



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA  
SALESIANA  
ECUADOR**

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE GUAYAQUIL  
CARRERA DE MECATRÓNICA**

**DESARROLLO DE UN VEHÍCULO RECREATIVO ELÉCTRICO  
SOSTENIBLE IMPLEMENTANDO SISTEMAS DE SEGURIDAD  
AVANZADA.**

Trabajo de titulación previo a la obtención del  
Título de Ingeniero en Mecatrónica

**AUTORES:** Jairo Josué Bohórquez Aguirre  
José Alberto Calero Plúas  
**TUTOR:** Juan Pablo Vera Figueroa

Guayaquil - Ecuador

2024

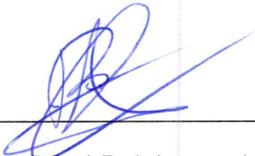
## CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, **Jairo Josué Bohórquez Aguirre** con documento de identificación N° **1250631254** y **José Alberto Calero Plúas** con documento de identificación N° **0932059660**; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo.

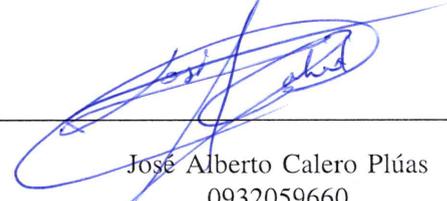
Guayaquil, 02 de abril del año 2024

Atentamente,



---

Jairo Josué Bohórquez Aguirre  
1250631254



---

José Alberto Calero Plúas  
0932059660

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA  
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, **Jairo Josué Bohórquez Aguirre** con documento de identificación N° **1250631254** y **José Alberto Calero Plúas** con documento de identificación N° **0932059660**, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del **Dispositivo Tecnológico: DESARROLLO DE UN VEHÍCULO RECREATIVO ELÉCTRICO SOSTENIBLE IMPLEMENTANDO SISTEMAS DE SEGURIDAD AVANZADA**, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Mecatrónica, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo a final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana

Guayaquil, 02 de abril del año 2024

Atentamente,

---

Jairo Josué Bohórquez Aguirre  
1250631254

---

José Alberto Calero Plúas  
0932059660

## CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **Juan Pablo Vera Figueroa**, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **DESARROLLO DE UN VEHÍCULO RECREATIVO ELÉCTRICO SOSTENIBLE IMPLEMENTANDO SISTEMAS DE SEGURIDAD AVANZADA**, realizado por **Jairo Josué Bohórquez Aguirre** con documento de identificación N° **1250631254** y por **José Alberto Calero Plúas** con documento de identificación N° **0932059660**, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción **Dispositivo Tecnológico** que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 02 de abril del año 2024

Atentamente,



---

Ing. Juan Pablo Vera Figueroa, Msc.  
0910678614

## DEDICATORIA

Este trabajo de titulación está dedicado a mis padres, Silvia Aracely Aguirre Vite y Jairo Roberto Bohórquez Guillén por enseñarme el valor del esfuerzo y la dedicación a lo largo de mi vida, a mi hermana Alison Angeline Bohórquez Aguirre que me ha apoyado desde que comencé la carrera hasta hoy que me estoy convirtiendo en un profesional y a todas aquellas personas que estuvieron en el transcurso de estos años aportando su granito de arena para que mi camino universitario sea mucho mejor.

**Jairo Josué Bohórquez Aguirre**

A Dios por su presencia permanente.

A mis padres, Ana Jacqueline y José Alberto, por su guía y constante apoyo, por contribuir en mi formación y crecimiento profesional.

A mi hermana Gianella Esmeralda por confiar siempre en mí.

A mis fieles mascotas, Chocko y Balto, por su lealtad y compañía.

Esta tesis es un tributo a la colaboración, paciencia y comprensión que me han brindado a lo largo de estos años de estudio. Este logro es nuestro.

**José Alberto Calero Plúas**

## AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios que me sostuvo a lo largo de toda la carrera, mientras estuve muchas veces por retirarme debido a problemas económicos fue él quien estuvo presente siempre haciendo un milagro para que yo pudiera seguir con mis estudios.

A mi madre por su amor incondicional y por inculcarme el valor de la perseverancia para afrontar los retos y dificultades de la vida.

A mi padre por enseñarme y aconsejarme sobre cómo adaptarme a una nueva ciudad y un nuevo ambiente para mi vida.

A mi hermana por ser mi apoyo y no soltarme la mano durante las veces que quería renunciar sintiendo que ya no daba más.

A mi compañero, José Alberto Calero Plúas por formar parte del desarrollo del trabajo de titulación.

Agradezco además de manera especial al Ing. Juan Pablo Vera Figueroa por su guía ante la realización de este proyecto con sugerencias y por la confianza brindada para culminar el mismo.

### **Jairo Josué Bohórquez Aguirre**

Al concluir esta etapa de mi vida académica quiero extender mi agradecimiento a quienes hicieron posible este sueño.

A Dios por haberme dado vida y salud, por ser mi fortaleza en los momentos de dificultad y debilidad.

A mis padres, por su amor, dedicación y guía constante. Gracias por brindarme en todo momento su apoyo, sus consejos, por alentarme para lograr la consecución de mis metas y anhelos.

A mi hermana por estar siempre presente, acompañándome, por el apoyo moral que me brindó

A mi querida Universidad Politécnica Salesiana por haberme abierto las puertas para poder desarrollarme como profesional.

A los docentes de la Carrera de Mecatrónica por ser parte de este proceso integral de formación que me ha permitido obtener los conocimientos necesarios para poder desarrollar la presente tesis.

De manera especial mi agradecimiento al Ing. Juan Pablo Vera Figueroa, mi tutor de tesis por compartir su sabiduría y experiencias conmigo. Su dedicación, conocimientos, persistencia y paciencia han sido fundamentales para el buen término del presente Proyecto.

A mi compañero, Jairo Josué Bohórquez Aguirre, que formó parte en la realización y desarrollo de esta tesis.

A todos mis compañeros de clase durante los diferentes niveles por su compañerismo y amistad.

Finalmente, agradezco a todas las personas que me motivaron e impulsaron para poder terminar el presente Proyecto de Tesis previo a la Obtención del Título de Ingeniero en Mecatrónica, sus aportes fueron indispensables para lograr la culminación del mismo.

**José Alberto Calero Plúas**

## RESUMEN

El presente documento contiene información teórica del Trabajo de Titulación en la modalidad de proyecto técnico, previo a la obtención del título de Ingeniero Mecatrónico. El tema surgió a partir de la necesidad de mejorar los karts de paseo en aspectos de seguridad para el usuario y cuidado del medio ambiente, por lo tanto, consiste en el desarrollo de un vehículo recreativo eléctrico sostenible implementando sistemas de seguridad avanzada. Para disminuir el impacto medioambiental se ha tomado como medida base la utilización de un motor eléctrico debido a que usualmente para este tipo de vehículos se emplean motores a combustión lo que provoca en primer lugar una alta demanda de combustibles fósiles y por consecuencia esto afecta directamente al consumo masivo de recursos naturales, también tienen una alta emisión de gases contaminantes como el monóxido de carbono. En temas de seguridad también existen bastantes carencias en los modelos convencionales de este tipo de vehículos provocando así fracturas recurrentes en áreas sensibles del cuerpo como cadera, cuello, brazos y piernas, es por esto que se han implementado los sistemas de seguridad avanzada que consisten en 2 modos de manejo que son el modo convencional y el modo seguro pensado principalmente para niños. El modo convencional tiene un límite de hasta 45km/h y utiliza sensores en las partes laterales del vehículo que emitirán una alarma sonora y lumínica en caso de detectar amenazas a una distancia corta, por otro lado, el modo seguro de manejo consiste en la limitación de velocidad de hasta 15km/h, también emplea 2 sensores en la parte delantera del vehículo que tendrán un alcance determinado para la detección de objetos inmóviles, existirá una distancia límite para la detección de los objetos que hará que los sensores actúen en determinado momento provocando así que el motor se detenga totalmente.

**Palabras claves:** karts, emisión de gases contaminantes, sensores ultrasónicos, modo seguro, modo convencional, objetos inmóviles, combustión.

## ABSTRACT

This document contains theoretical information of the Technical modality degree project, prior to obtaining the title of Mechatronic Engineer. The topic arose from the need to improve ride karts in aspects of safety for the user and care for the environment, therefore, it consists in the development of a sustainable electric recreational vehicle using advanced safety systems. To decrease the environmental impact, the use of an electric motor has been taken as a basic measure because combustion engines are usually used for this type of vehicles, which causes, first of all, a high demand of fossil fuels and consequently this directly affects the massive consumption of natural resources, they also have a high emission of polluting gases such as carbon monoxide. In terms of safety, there are also many deficiencies in the conventional models of this type of vehicle, causing recurrent fractures in sensitive areas of the body such as hips, neck, arms and legs, that is why advanced safety systems have been implemented and consist of 2 driving modes, which are the conventional mode and the safe mode designed mainly for children, the conventional mode has a limit of up to 45km/h and uses sensors on the sides of the vehicle that will emit an audible and light alarm if threats are detected at a short distance, on the other hand, the safe driving mode consists of limiting the speed of up to 15km/h, it also uses sensors in the front of the vehicle that will have a certain range for the detection of immobile objects, there will be a limit distance for the detection of those objects that will cause the sensors to act at a certain moment, causing the engine to stop completely.

**Keywords:** karts, emission of polluting gases, ultrasonic sensors, safe mode, conventional mode, stationary objects, combustion.

## ÍNDICE

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	14
<b>II.</b>	<b>PROBLEMA</b>	15
<b>III.</b>	<b>OBJETIVOS</b>	16
III-A.	Objetivo general . . . . .	16
III-B.	Objetivos específicos . . . . .	16
<b>IV.</b>	<b>MARCO TEÓRICO REFERENCIAL</b>	18
IV-A.	Componentes del Sistema Mecánico . . . . .	18
IV-A1.	Descripción del prototipo de kart . . . . .	18
IV-A2.	Diseño del chasis . . . . .	19
IV-A3.	Desglose por sistemas . . . . .	21
IV-B.	Componentes del sistema eléctrico del go kart . . . . .	23
<b>V.</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO</b>	26
V-A.	Diseño de la investigación . . . . .	26
V-B.	Enfoque de la investigación . . . . .	27
V-C.	Población . . . . .	27
V-D.	Muestra y muestreo . . . . .	28
V-E.	Técnica de recolección de datos . . . . .	28
V-F.	Instrumentos de recolección de datos . . . . .	29
V-G.	Técnicas de procesamiento de datos . . . . .	30
<b>VI.</b>	<b>RESULTADOS</b>	31
VI-A.	Resultados del diseño de la arquitectura del vehículo recreativo eléctrico que abarque todos los aspectos necesarios para su funcionamiento y seguridad . . . . .	31
VI-A1.	Construcción del chasis . . . . .	31
VI-A2.	Sistema de suspensión . . . . .	32
VI-A3.	Metodología del diseño . . . . .	33
VI-A4.	Diseño en software del chasis . . . . .	34
VI-A5.	Diseño en software del sistema de dirección . . . . .	36
VI-A6.	Diseño en software del sistema de transmisión . . . . .	36
VI-A7.	Diseño en software del sistema de frenado . . . . .	37
VI-A8.	Diseño en software de las ruedas . . . . .	37
VI-A9.	¿Se logró la disminución del costo a comparación de los karts existentes en el mercado? . . . . .	38
VI-A10.	Análisis estático . . . . .	39
VI-B.	Resultados de la implementación del modo de manejo seguro que consta de sensores ultrasónicos, un sistema de limitación de velocidad y sistemas de alarma . . . . .	41
VI-C.	Diseño del programa . . . . .	44
VI-C1.	Alcance . . . . .	44
VI-D.	Programa . . . . .	47
VI-E.	Funcionamiento del modo convencional . . . . .	50
VI-F.	Implementación del modo seguro . . . . .	52
VI-G.	Funcionamiento del modo seguro . . . . .	53
VI-H.	Pruebas realizadas . . . . .	54
VI-I.	Resultados de validación mediante un análisis de desempeño y seguridad la factibilidad del vehículo recreativo . . . . .	55

VI-I1.	¿Se lograron resultados exitosos en las pruebas del modo convencional? . . . . .	55
VI-I2.	¿Se lograron resultados exitosos en las pruebas del modo seguro? . . . . .	62
<b>VII.</b>	<b>CRONOGRAMA</b>	<b>68</b>
<b>VIII.</b>	<b>PRESUPUESTO</b>	<b>69</b>
<b>IX.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>70</b>
<b>X.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>71</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

1.	Prototipo de chasis a diseñar [6] . . . . .	18
2.	Plano del diseño del chasis, por J. Bohórquez y J. Calero . . . . .	19
3.	Estructura tubular, por J. Bohórquez y J. Calero . . . . .	20
4.	Componentes del sistema mecánico [7]. . . . .	21
5.	Diagrama de conexión de componentes, por J. Bohórquez y J. Calero . . . . .	23
6.	Baterías a usar [6] . . . . .	23
7.	Motor [10] . . . . .	24
8.	Controlador de velocidad del motor [10]. . . . .	24
9.	Sensor ultrasónico [11] . . . . .	25
10.	Diseño de investigación para chasis, por J. Bohórquez y J. Calero . . . . .	26
11.	Enfoque de investigación - sistemas, por J. Bohórquez y J. Calero . . . . .	27
12.	Muestra y muestreo - sistemas, por J. Bohórquez y J. Calero . . . . .	28
13.	Técnicas de recolección de datos, por J. Bohórquez y J. Calero . . . . .	29
14.	Instrumentos de recolección de datos, por J. Bohórquez y J. Calero . . . . .	30
15.	Diseño del chasis del kart, por J. Bohórquez y J. Calero . . . . .	31
16.	Diseño tubular del chasis del kart, por J. Bohórquez y J. Calero . . . . .	32
17.	Suspensión del kart, por J. Bohórquez y J. Calero . . . . .	33
18.	Estructura completa, por J. Bohórquez y J. Calero . . . . .	34
19.	Guardafangos, por J. Bohórquez y J. Calero . . . . .	34
20.	Diseño del chasis en Solidworks, por J. Bohórquez y J. Calero . . . . .	35
21.	Diseño del sistema de dirección, por J. Bohórquez y J. Calero . . . . .	36
22.	Diseño del sistema de transmisión, por J. Bohórquez y J. Calero . . . . .	36
23.	Diseño del sistema de frenado, por J. Bohórquez y J. Calero . . . . .	37
24.	Diseño de ruedas en Solidworks, por J. Bohórquez y J. Calero . . . . .	38
25.	Diseño completo sin sistemas, por J. Bohórquez y J. Calero . . . . .	38
26.	Análisis estático, por J. Bohórquez y J. Calero . . . . .	40
27.	Conexión entre el arduino y el sensor ultrasónico, por J. Bohórquez y J. Calero . . . . .	44
28.	Comando pinMode, por J. Bohórquez y J. Calero . . . . .	44
29.	Comando Serial.begin, por J. Bohórquez y J. Calero . . . . .	45
30.	Comando digital.Write, por J. Bohórquez y J. Calero . . . . .	45
31.	Comando pulseIn, por J. Bohórquez y J. Calero . . . . .	45
32.	Comando Serial.print, por J. Bohórquez y J. Calero . . . . .	46
33.	Comando delay, por J. Bohórquez y J. Calero . . . . .	46
34.	Parte 1 del programa, por J. Bohórquez y J. Calero . . . . .	47
35.	Parte 2 del programa, por J. Bohórquez y J. Calero . . . . .	48
36.	Parte 3 del programa, por J. Bohórquez y J. Calero . . . . .	49
37.	Implementación del modo seguro, por J. Bohórquez y J. Calero . . . . .	52
38.	Funcionamiento del modo seguro, por J. Bohórquez y J. Calero . . . . .	53
39.	Prueba a 1 metro del sensor, por J. Bohórquez y J. Calero . . . . .	56
40.	Prueba a 1,5 metros del sensor, por J. Bohórquez y J. Calero . . . . .	57
41.	Prueba a 2 metros del sensor, por J. Bohórquez y J. Calero . . . . .	58
42.	Prueba a 2,5 metros del sensor, por J. Bohórquez y J. Calero . . . . .	59
43.	Prueba a 3 metros del sensor, por J. Bohórquez y J. Calero . . . . .	60
44.	Prueba a 3,5 metros del sensor, por J. Bohórquez y J. Calero . . . . .	61
45.	Prueba a 4 metros del sensor, por J. Bohórquez y J. Calero . . . . .	62
46.	Prueba a 5 centímetros del sensor, por J. Bohórquez y J. Calero . . . . .	63
47.	Prueba a 10 centímetros del sensor, por J. Bohórquez y J. Calero . . . . .	64
48.	Prueba a 15 centímetros del sensor, por J. Bohórquez y J. Calero . . . . .	64
49.	Prueba a 20 centímetros del sensor, por J. Bohórquez y J. Calero . . . . .	65

50.	Prueba a 25 centímetros del sensor, por J. Bohórquez y J. Calero . . . . .	65
51.	Prueba a 30 centímetros del sensor, por J. Bohórquez y J. Calero . . . . .	66
52.	Prueba a 40 centímetros del sensor, por J. Bohórquez y J. Calero . . . . .	66
53.	Prueba a 50 centímetros del sensor, por J. Bohórquez y J. Calero . . . . .	67

## ÍNDICE DE TABLAS

I.	Matriz de objetivos, por J. Bohórquez y J. Calero . . . . .	17
II.	Conexiones de los sistemas al Arduino MEGA, por J. Bohórquez y J. Calero . . . . .	42
III.	Conexiones del motor, por J. Bohórquez y J. Calero . . . . .	51
IV.	Cronograma de Actividades . . . . .	68
V.	Cotización de Materiales . . . . .	69

## I. INTRODUCCIÓN

A lo largo de todo el mundo existen muchos deportes con un motor como eje principal. algunos ejemplos pueden ser el MotoGP, la F1, El Rally Dakar. para competir en este tipo de deportes debes ser un profesional y tener mucha precisión. Por lo general suelen ir a altas velocidades. Por otro lado existen deportes de motor con vehículos caseros en algunas ocasiones que no necesitan de conductores profesionales o ir a una velocidad exagerada. Un gran atributo de estos vehículos es su bajo costo. El karting es la opción número uno para los amantes de este tipo de deportes. Tienen un potencial parecido a los vehículos de F1 pero estos no corren a tanta velocidad y además cuestan mucho menos. Las personas que participan en este deporte no son precisamente profesionales al volante. Inclusive existen competencias de este tipo para los infantes. Los vehículos para el karting denominados comúnmente como karts tienen 4 neumáticos y un motor pequeño que por lo general es a combustión. Se utilizan ampliamente a lo largo de todo el mundo.

Los karts son vehículos terrestres, de un sólo pasajero, de 4 ruedas no alineadas, sin suspensiones, con o sin carrocería y con una potencia variable, utilizados como entretenimiento o bien en competiciones deportivas. Existen distintos tipos de go karts, no obstante, la investigación va dirigida hacia los go karts de paseo con motor eléctrico. Karts de alquiler: son karts diseñados para uso recreativo y de alquiler en pistas de karting. Estos karts suelen tener motores de baja a media potencia, muchos elementos de protección y están diseñados para ser fáciles de manejar. Karts eléctricos: impulsados por motores eléctricos en lugar de motores de combustión. Estos karts son más silenciosos y ecológicos que los karts de combustión interna, y pueden ser una buena opción para uso en interiores. Cada tipo de kart tiene diferentes características y se adapta a diferentes necesidades y habilidades de los conductores.

## II. PROBLEMA

Actualmente, los karts de paseo, utilizados tanto por niños como adultos suelen carecer de características esenciales en términos de protección y sostenibilidad. Estos vehículos recreativos, propulsados por motores de combustión interna, no cuentan con sistemas de seguridad avanzada. Estas deficiencias se traducen en riesgos considerables para el bienestar de los usuarios [1].

Según [2], las lesiones comunes en el karting incluyen esguinces, fracturas, latigazo cervical, traumatismos y hematomas. Las carreras de karts están abiertas a cualquiera que disfrute de estas competiciones; sin embargo, la mayoría de los conductores tienen poca o ninguna experiencia previa, por lo que las lesiones relacionadas con los karts son comunes [3].

El problema se agrava aún más debido a la dependencia persistente de combustibles fósiles en estos vehículos, lo que contribuye directamente al agotamiento acelerado de recursos naturales y empeora el cambio climático, generando un impacto ambiental negativo sustancial. Una de las mayores preocupaciones actuales es la contaminación ambiental; su impacto en el planeta ha llegado a un punto de no retorno [4] En las instalaciones de karts de interior, los motores de combustión por lo general se basan en combustible regular, especial o gas líquido, y rara vez se utilizan motores eléctricos. Es por eso que existe una necesidad urgente de encontrar soluciones innovadoras que puedan transformar los karts de paseo tradicionales en vehículos respetuosos por el entorno [5].

En este contexto, el foco de esta investigación se orienta hacia la repotenciación de los karts de paseo, tomando como base la integración de propulsión eléctrica e implementación de sensores y características de seguridad avanzadas. El objetivo fundamental de este proyecto es abordar los desafíos técnicos y tecnológicos que conllevan la adaptación y mejora de un kart existente.[1]

La necesidad de afrontar estos desafíos plantea una problemática fundamental, donde la búsqueda de una solución integral y eficaz se convierte en un imperativo ante las demandas cambiantes de la sociedad y la industria. La falta de una respuesta satisfactoria a estos desafíos puede tener un impacto desfavorable en la seguridad de los conductores y en la persistente contribución a la degradación ambiental.

### III. OBJETIVOS

#### *III-A. Objetivo general*

Desarrollar un vehículo recreativo eléctrico sostenible basado en la repotenciación de un kart convencional mediante la implementación de sistemas de seguridad avanzada que consideren sensores ultrasónicos y limitación de velocidad.

#### *III-B. Objetivos específicos*

- Diseñar la arquitectura del vehículo recreativo eléctrico que abarque todos los aspectos necesarios para su funcionamiento y seguridad.
- Implementar el modo de manejo seguro que consta de sensores ultrasónicos, un sistema de limitación de velocidad y sistemas de alarma.
- Validar mediante un análisis de desempeño y seguridad la factibilidad del vehículo recreativo.

Objetivos	Planteamiento	Metas	Indicador
OE.1	Diseñar la arquitectura del vehículo recreativo eléctrico que abarque todos los aspectos necesarios para su funcionamiento y seguridad.	Reducción en un 3% el precio de nuestro vehículo comparado con los que se encuentran en el mercado.	Hacer un análisis técnico-económico o de viabilidad de la fabricación de nuestro vehículo recreativo.
OE.2	Implementar el modo de manejo seguro que consta de sensores ultrasónicos, un sistema de limitación de velocidad y sistemas de alarma.	Realizar 50 pruebas en ambiente controlado direccionando el vehículo a un objeto inmóvil para la activación de alarmas y detenimiento del mismo al menos con un 90% de éxito.	El resultado de pruebas de desempeño que se realicen bajo ambiente controlado.
OE.3	Validar mediante un análisis de desempeño y seguridad la factibilidad del vehículo recreativo.	<p>Obtener un 95% de éxito entre las 25 pruebas de desempeño en modo convencional. Esto es, considerar activación de alerta luminosa y sonora ante posible contacto lateral, respuesta óptima de acelerador y frenos.</p> <p>Obtener un 90% de éxito entre las 50 pruebas de desempeño en modo seguro. Esto es considerar activación de sistema limitador de velocidad cuando se alcancen los 15 km/h y el frenado instantáneo ante la presencia de un objeto inmóvil frontal.</p>	Exito en las pruebas de manejo tanto en modo convencional como en modo seguro.

Tabla I  
MATRIZ DE OBJETIVOS, POR J. BOHÓRQUEZ Y J. CALERO

## IV. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

### IV-A. Componentes del Sistema Mecánico

#### IV-A1. Descripción del prototipo de kart:

En esta sección se describirá el diseño del prototipo desde un aspecto visual hasta un aspecto totalmente funcional. La prioridad es comprender la razón de la creación del diseño y su funcionalidad.[6]

A continuación se puede observar una simulación del prototipo que se va a crear del chasis. Anteriormente se ha mencionado el kart será construido para un uso recreativo, más no para competición, por lo que ha parecido una buena idea fabricarlo con un parachoques.[6]

Todos los elementos del vehículo recreativo, estructura del chasis, parachoques y espacios de soporte creados para los elementos electrónicos han sido diseñados exclusivamente tomando en cuenta la función o el uso que le daremos al mismo..[6]



Figura 1. Prototipo de chasis a diseñar [6]

Cuando se haya terminado de estudiar y entender los distintos sistemas que tendrá el prototipo es necesario analizar todos las partes mecánicas del mismo. Ésto con la función de analizar y determinar si el vehículo cumple con los requisitos detallados anteriormente[6]

A continuación se va a explicar los argumentos tomdo para el diseño del chasis, forma y dimensiones, y se va a estudiar de manera mecánica para verificar que el material seleccionado cumple con los requisitos de dureza correspondientes.[6] Cabe recalcar que es el plano de la base del chasis por lo que no se ha tomado en cuenta la jaula antivuelco de la parte superior.[6]

#### IV-A2. *Diseño del chasis:*

Nos hemos basado para nuestro diseño del chasis del kart eléctrico en la estructura de un kart convencional que por lo general son a combustión interna como el que se muestra a continuación:[7]

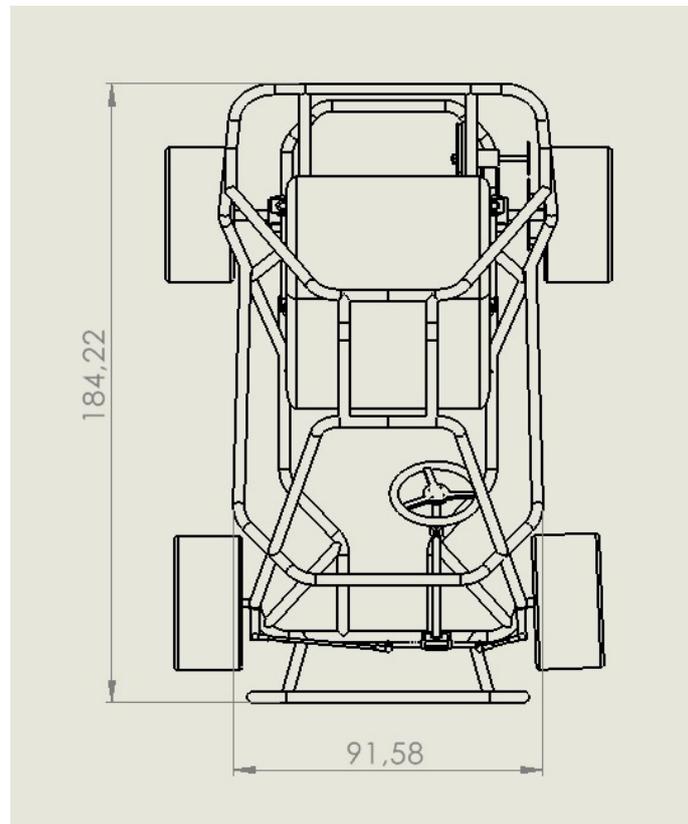


Figura 2. Plano del diseño del chasis, por J. Bohórquez y J. Calero



Figura 3. Estructura tubular, por J. Bohórquez y J. Calero

En el desglose por partes se ha mencionado que la estructura tiene funciones primordiales, que no constan sencillamente en unir todos los sistemas con sus debidas conexiones, sino también ser capaz de resistir la cantidad de esfuerzos y tensiones que se produzcan mientras el vehículo se encuentra en movimiento. Por ende se debe elegir un material que cumpla con los estándares de dureza, y de este modo fabricar una estructura capaz de soportar el peso de los componentes internos como del conductor, los esfuerzos de reacción que reciben los neumáticos y también posibles colisiones con otros vehículos.[7]

Para que el vehículo sea sólido, la reglamentación de karts de paseo nos dice que la estructura al ser construida debe ser mínimo de acero tubular, es esencial elegir un diseño tubular y que todas sus partes estén unidas por soldadura, la estructura no debe ser desarmable o que corra algún riesgo de perder piezas durante movimientos abruptos. Por otro lado, todos sus componentes deben estar firmes a la base en cada lugar que les corresponda.[7]

#### IV-A3. Desglose por sistemas:

Para poder conocer el funcionamiento de un kart, y su debido desplazamiento, debemos estudiar la función pieza por pieza. Como se mostrará a continuación, aunque parezca un vehículo sencillo este está conformado de muchas partes.[7]

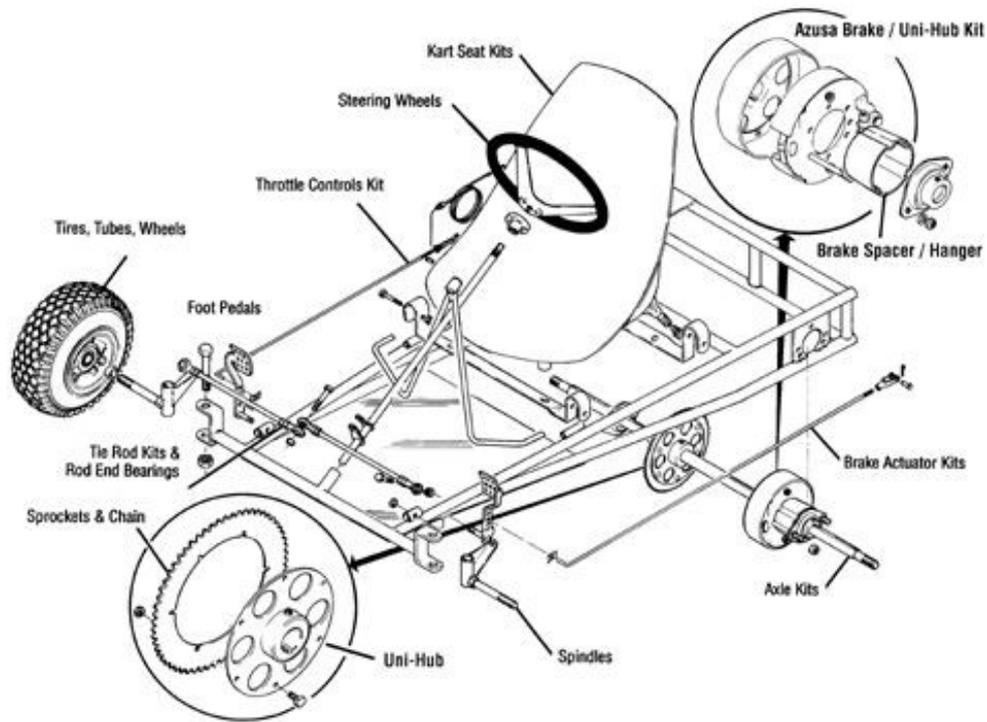


Figura 4. Componentes del sistema mecánico [7].

El diseño del sistema mecánico del vehículo recreativo eléctrico involucra la integración de componentes que nos proporcionen un correcto funcionamiento.[7] Se va a proceder a distribuir el kart en los sistemas más importantes:[7]

- Avanzar  
Sistema eléctrico.[7]  
Sistema de transmisión.[7]  
Ruedas.[7]
- Dirigir.  
Sistema de dirección.[7]
- Frenar.  
Sistema de frenado.[7]

- Sustentar.

Chasis.[7]

Soportes.[7]

- Proteger.

Carrocería.[7]

Parachoques.[7]

El chasis será la estructura base que sostendrá todos los componentes del vehículo. Proporcionará la forma y soporte para el sistema eléctrico, los componentes mecánicos y los sistemas de seguridad. Además, para una correcta tracción y movilidad del kart elegiremos unos neumáticos adecuados que nos permitan lograr un buen control y agarre en ambos modos de manejo. Para un manejo seguro y efectivo, los frenos serán esenciales. Estos permitirán una frenada controlada, especialmente vital en el modo seguro destinado a niños [6]. Asimismo, la fabricación de una buena dirección nos permitirá una conducción precisa en ambos modos de manejo, optimizando la experiencia del conductor.[6]

El motor eléctrico, junto con su transmisión, se integrará de manera armónica con el chasis y la transmisión general, proporcionando la potencia necesaria para ambos modos de manejo, ya sea el modo seguro o el modo experto [1].

Respecto al bienestar y protección de los conductores, los asientos ofrecerán comodidad y soporte, mientras que los cinturones de seguridad serán una medida esencial para proteger a los ocupantes en todas las situaciones de conducción.[8]

El panel de control, ubicado estratégicamente, será el epicentro de interacción del conductor con el vehículo. En él se concentrarán los controles para cambiar entre modos de manejo y tener interacción con los sistemas de alarma.[9]

#### IV-B. Componentes del sistema eléctrico del go kart

El diseño del vehículo recreativo eléctrico involucra la integración de varios componentes eléctricos cruciales que garantizarán un funcionamiento seguro, eficiente y sostenible. Para lograrlo, se requiere una selección cuidadosa de componentes específicos:[7]

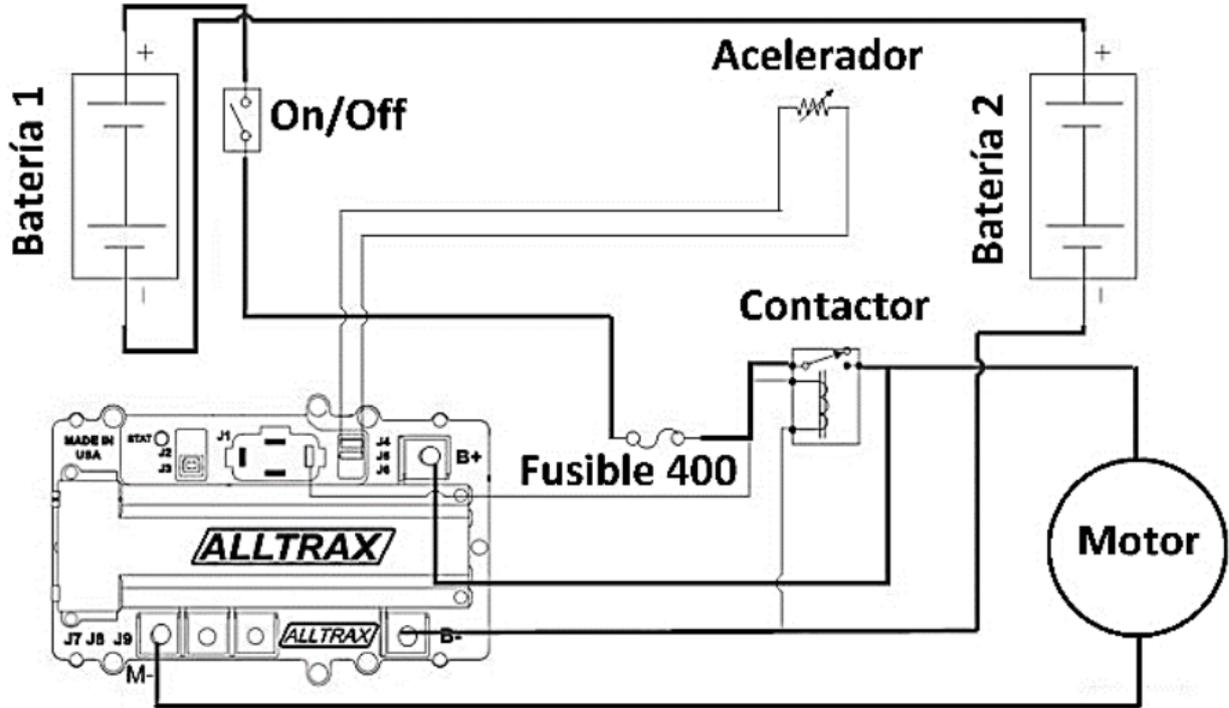


Figura 5. Diagrama de conexión de componentes, por J. Bohórquez y J. Calero

El sistema eléctrico se basará en un conjunto de baterías recargables de alta capacidad y rendimiento. Optar por baterías de iones de litio es una elección apropiada, ya que proporcionan una densidad de energía superior y son recargables, permitiendo una mayor autonomía y ciclos de vida prolongados [6].



Figura 6. Baterías a usar [6]

Para la propulsión, un motor de corriente continua (DC) sería adecuado. Estos motores son eficientes, versátiles y ofrecen un buen control de la velocidad y el rendimiento.



Figura 7. Motor [10]

Junto al motor, un controlador específico para motores eléctricos de corriente continua garantizará la regulación precisa de la potencia y velocidad, permitiendo una experiencia de conducción segura y eficiente [6].



Figura 8. Controlador de velocidad del motor [10]

En términos de seguridad, los sensores ultrasónicos serán fundamentales ya que emitirán ondas ultrasónicas y medirán el tiempo de vuelo de esas ondas para calcular la separación entre el sensor y los objetos cercanos. [11].



Figura 9. Sensor ultrasónico [11]

Se usarán sensores ultrasónicos ubicados de forma estratégica, dos de ellos estarán localizados en la parte delantera del kart los cuales se encargarán de detener el vehículo al momento de detectar un objeto inmóvil a una distancia previamente establecida, todo esto en el modo seguro. Seis sensores estarán repartidos de forma pareja en los laterales del vehículo, estos activarán el sistema de alarma al momento de detectar algún objeto, funcionarán a partir de los 10 km/h. Estos sensores jugarán un papel crucial en la detección de obstáculos y en la aplicación de acciones de seguridad para evitar choques [12]. En nuestro caso detectarán sólo objetos inmóviles.

Como medida de seguridad se implementarán sistemas de alarma que constarán de indicadores visuales. El indicador visual se encenderá de forma progresiva a medida que el vehículo detecte una amenaza, lo que nos alertará de una posible colisión. Este sistema funcionará a partir de los 15 km/h. [13]

Por otro lado, tenemos la alarma auditiva ubicada en el tablero que emitirá un pitido de forma progresiva mientras un objeto inmóvil se aproxima al kart, esta servirá para alertar al otro conductor y evitar una posible colisión [14]. Este sistema funcionará a partir de los 10 km/h.

## V. MARCO METODOLÓGICO

### V-A. *Diseño de la investigación*

[15] menciona que la estructura metodológica implica una construcción detallada que fusiona las decisiones y etapas teórico-metodológicas. Debido a que la finalidad de nuestro proyecto se enfocará en estudiar la seguridad de los vehículos de paseo y su influencia en el entorno ambiental, estudiamos su incidencia en las lesiones de las personas cuando surge un accidente y se optó por emplear un enfoque experimental, dado que la temática de investigación cuenta con una base teórica sólida, se procedió a realizar un estudio para conocer a detalle todos los tipos de lesiones que han sufrido las personas y las características en común que presentaban cada uno de los diseños de estos vehículos así como también la expulsión de gases contaminantes para el entorno.[15]



Figura 10. Diseño de investigación para chasis, por J. Bohórquez y J. Calero

De acuerdo con [16] la investigación de tipo experimental se emplea con la finalidad de poder conectar la causa y el efecto ante una situación determinada. Este es un diseño de investigación en el cual el efecto es analizado y el porqué la variable independiente tiene sobre la variable dependiente.

### V-B. Enfoque de la investigación

Este estudio se estructurará conforme a la metodología del enfoque cuantitativo, ya que este enfoque se ajusta de manera más apropiada a las particularidades y necesidades específicas de la investigación. El enfoque cuantitativo involucra la recolección y análisis de información en forma de datos numéricos con el fin de abordar las preguntas planteadas y confirmar las hipótesis previamente establecidas. En esta perspectiva, se considera fundamental que el conocimiento sea objetivo, originándose a través de un proceso de deducción en el cual, a través del empleo de mediciones numéricas y análisis estadísticos inferenciales, se someten a comprobación las hipótesis establecidas previamente. [16] En el enfoque cuantitativo, se utilizará la metodología del análisis cuantitativo de datos secundarios como el peso, la velocidad, aceleración y distancia entre los obstáculos y el kart para cuantificar el porcentaje de accidentes en estos vehículos y evaluar las lesiones que se generan.[16]



Figura 11. Enfoque de investigación - sistemas, por J. Bohórquez y J. Calero

### V-C. Población

Se describe como el grupo de individuos u objetos que son objeto de estudio en una investigación y de los cuales se busca obtener información.[17]. Para determinar la población se tomarán en cuenta las personas quienes utilizan estos vehículos a menudo y sus experiencias al conducir los mismos.[17]

#### V-D. *Muestra y muestreo*

Se refiere a una parte del universo o población completa donde se se estudiarán los análisis previos de documentos. [17]. En este estudio, se utilizará el método de muestreo no probabilístico, que según [18], es una estrategia de selección de muestras en la cual el investigador elige los ejemplos basándose en su propio juicio subjetivo en lugar de llevar a cabo una selección al azar. De la misma forma se observará el funcionamiento de los vehículos un día determinado en cada localidad para así tener datos más exactos.[18]



Figura 12. Muestra y muestreo - sistemas, por J. Bohórquez y J. Calero

#### V-E. *Técnica de recolección de datos*

[19] Hace referencia al proceso mediante el cual las empresas recaban y evalúan información de múltiples fuentes como un método para obtener una visión global, abordar cuestiones relevantes, evaluar sus logros y prever tendencias futuras. En el contexto de este estudio, se utilizará la estrategia de análisis de contenido de documentos y textos como el procedimiento para recopilar información.[19]

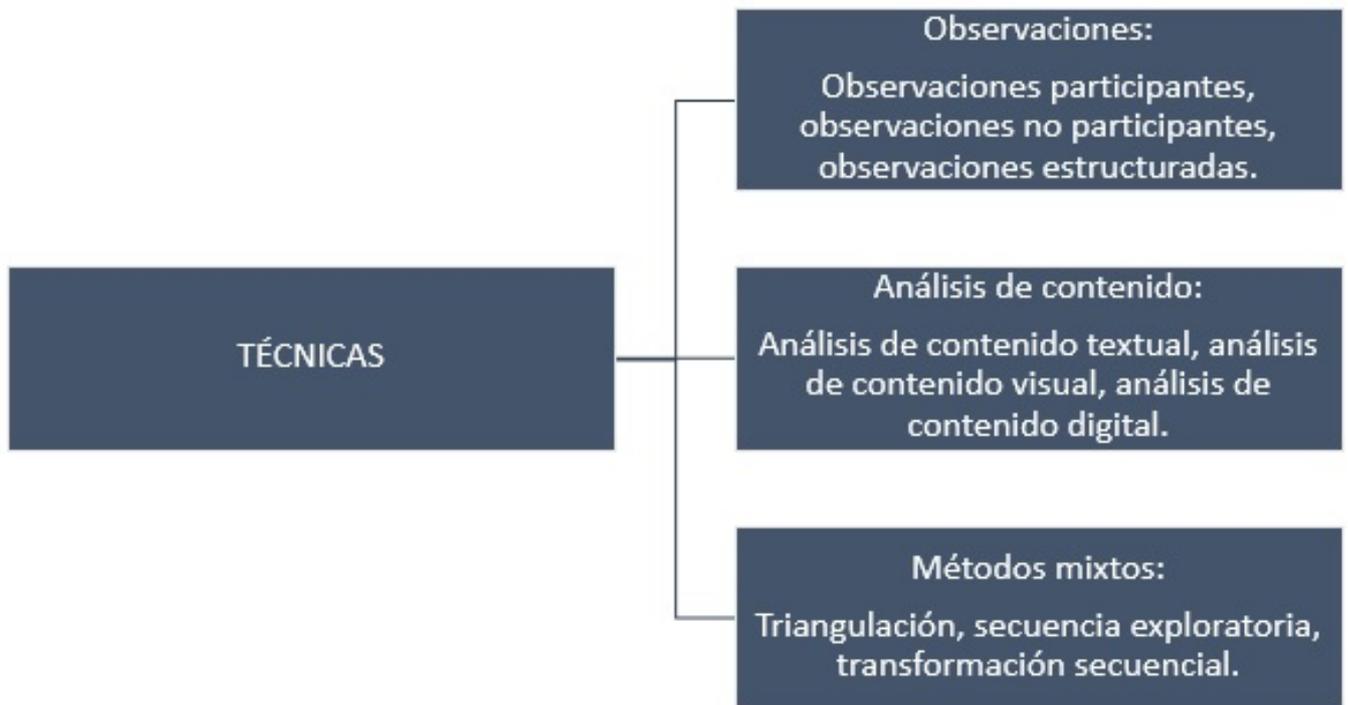


Figura 13. Técnicas de recolección de datos, por J. Bohórquez y J. Calero

#### V-F. Instrumentos de recolección de datos

La selección del método de obtención de datos dependerá de los tipos de datos que se busquen obtener (ya sean cualitativos o cuantitativos) y de la estrategia que se tenga prevista para su adquisición, en nuestro caso será el análisis de documentos y estadísticas existentes.[18].

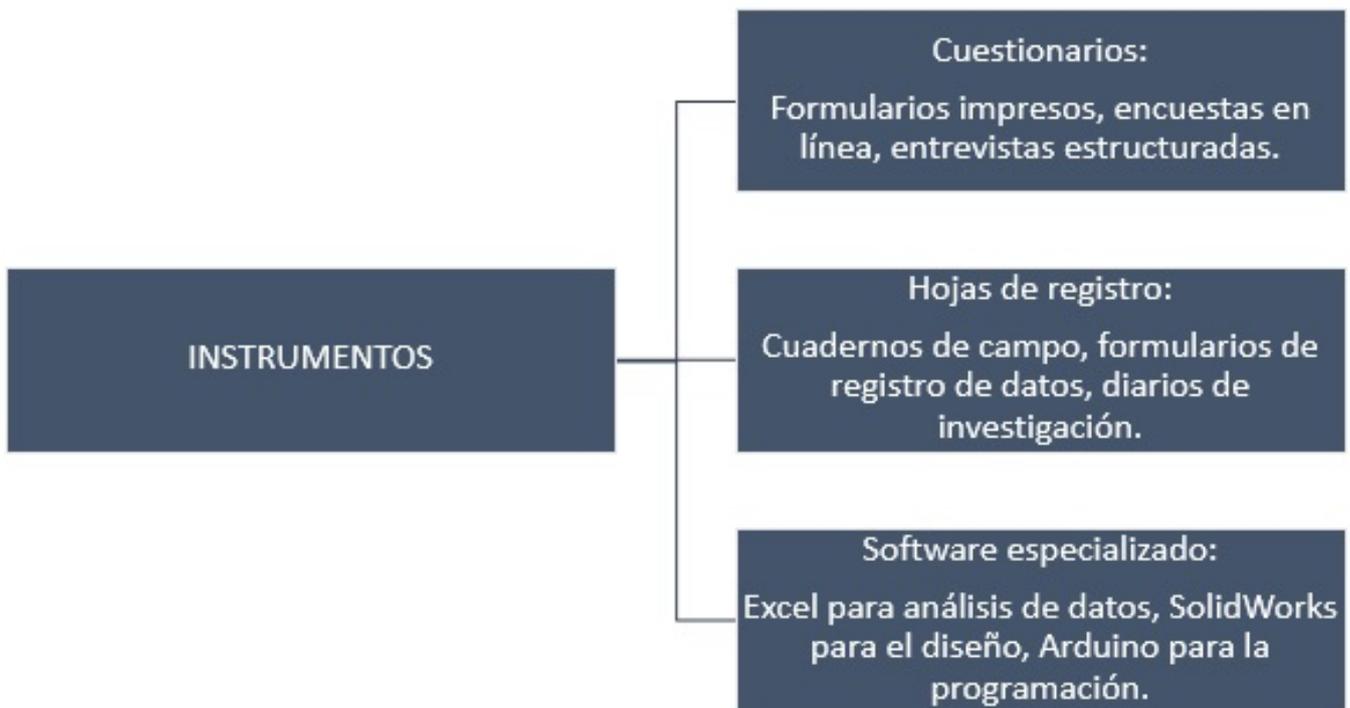


Figura 14. Instrumentos de recolección de datos, por J. Bohórquez y J. Calero

El instrumento que usaremos será algún documento de archivo o fuente antigua donde se evidencien fallos de seguridad y emisión de gases. Para evaluar la seguridad tomaremos en cuenta el material del chasis de los vehículos, los sistemas de seguridad que estos contengan y la edad de los usuarios que utilizarán el producto. El estudio tendrá algunos puntos a evaluar correspondiente a las dos dimensiones anteriormente mencionadas que son:

- Seguridad
- Contaminación

#### V-G. Técnicas de procesamiento de datos

La técnica empleada en el proceso de procesamiento implicará la recopilación de datos de investigaciones previas realizadas. Según [20] Las tácticas empleadas para obtener y analizar diversas modalidades de información se denominan técnicas de recopilación de datos. Los procedimientos comunes para reunir información se encuentran en la lectura de archivos existentes sobre el tema a analizar, también encuestas sobre los usuarios frecuentes de estos vehículos.

## VI. RESULTADOS

*VI-A. Resultados del diseño de la arquitectura del vehículo recreativo eléctrico que abarque todos los aspectos necesarios para su funcionamiento y seguridad*

*VI-A1. Construcción del chasis:*

La estructura o chasis es un elemento sumamente importante cuando se habla de un kart, ya que se debe proporcionar flexión lo que viene siendo equivalente a una suspensión para proporcionar un buen agarre en la sección delantera del vehículo. Los karts generalmente carecen de suspensión y por lo tanto no son lo suficientemente grandes, cumplen con lo necesario para poder montar el asiento para el conductor y un pequeño motor.[21]



Figura 15. Diseño del chasis del kart, por J. Bohórquez y J. Calero

Para la construcción del chasis se optó por hacerlo de manera tubular. En este kart se ha empleado tubos de aluminio. El chasis debe soportar la unidad de potencia, el tren de potencia, el sistema de marcha, etc. Los chasis de karts se clasifican como abiertos, enjaulados, rectos y compensados, en este caso se ha optado por diseñar un chasis tipo enjaulado para precautelar de mejor manera la seguridad del conductor en caso de algún tipo de colisión.[21]



Figura 16. Diseño tubular del chasis del kart, por J. Bohórquez y J. Calero

#### VI-A2. Sistema de suspensión:

En este proyecto se ha empleado el diseño del chasis enjaulado, se le ha agregado suspensiones en la parte trasera del vehículo para que sean imperceptibles las sacudidas y vibraciones del mismo cuando se encuentre en funcionamiento, esto junto con la banda servirá para que el vehículo no tenga roturas o torceduras durante los giros al realizar algún tipo de maniobra forzada.[21]

El esqueleto de un vehículo también puede ser denominado como "Roll Cage" además de su propósito.[21]

Al ser asiento del conductor, brindar seguridad e incorporar otros subsistemas del vehículo de los cuáles se hablará más adelante.[21]

El objetivo principal es desarrollar un esqueleto, marco o chasis acorde a las necesidades del usuario, por ende, se ha diseñado la jaula antivuelco teniendo en cuenta la seguridad y la estética siendo estos dos de los aspectos más significativos a la hora de elegir el diseño.[21]



Figura 17. Suspensión del kart, por J. Bohórquez y J. Calero

#### VI-A3. Metodología del diseño:

El diseño de cualquier componente consta de tres principios principales: Optimización, seguridad y comodidad. El propósito principal de la jaula antivuelco es proporcionarle al conductor un espacio protegido tridimensional en el cual pueda sentirse seguro. Dentro de los objetivos secundarios del diseño está proporcionar ubicaciones claves para el montaje de cada uno de los demás componentes, también debe ser atractivo el diseño ante las personas que se interesen por el karting, una infraestructura de bajo presupuesto y con un bajo peso es ideal para las personas que se apasionan por los karts.[21]

Se ha cumplido con dichos objetivos eligiendo un material que tiene buena resistencia y bajo peso. El diseño enjaulado no tuvo un costo sumamente elevado debido a que se contaba con una máquina soldadora y esto optimizó gastos en la construcción.[21]



Figura 18. Estructura completa, por J. Bohórquez y J. Calero

Se le ha agregado al diseño del chasis guardafangos en las llantas de la parte delantera para evitar ensuciar la parte interna del vehículo en caso de que se circule por algún camino lodoso o tierroso y también le da mayor estética al diseño.



Figura 19. Guardafangos, por J. Bohórquez y J. Calero

VI-A4. *Diseño en software del chasis:*

El modelo de la estructura del vehículo se realizó en el software SOLIDWORKS. Este diseño se verifica mediante el análisis de elementos finitos.[21]

Se centró en los puntos claves del modelo enjaulado para mejorar el rendimiento del vehículo y así poder evitar fallos en la estructura del mismo.[21]

Se comenzó la tarea de diseñar el chasis estudiando exhaustivamente el modelo enjaulado en los karts mediante el análisis de elementos finitos. El diseño y el análisis de la estructura, se mostrará a continuación:[21]

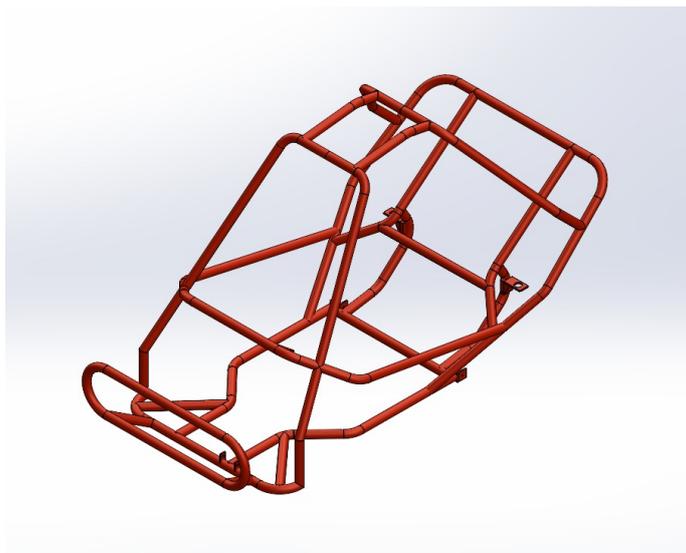


Figura 20. Diseño del chasis en Solidworks, por J. Bohórquez y J. Calero

Como se puede observar en la imagen anterior, se diseñó la estructura completa del chasis con la jaula antivuelco en el programa.

*VI-A5. Diseño en software del sistema de dirección:*

La dirección de un kart es muy sensible. Debido a la falta de diferencial, la dirección natural de marcha de un kart, hacia adelante, es muy difícil de cambiar. Sin embargo, en este vehículo, las dos ruedas están unidas por un eje sólido y, por lo tanto, deben moverse juntas, para poder girar, una de las ruedas debe patinar sobre la superficie de la pista. En este kart se utilizó un mecanismo de piñón y cremallera.[7]

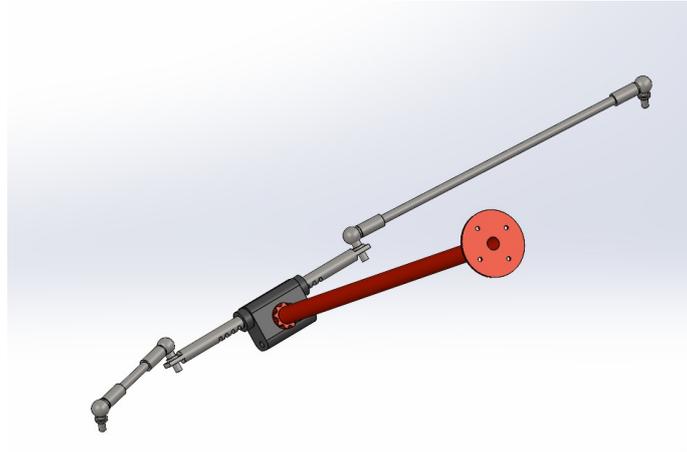


Figura 21. Diseño del sistema de dirección, por J. Bohórquez y J. Calero

*VI-A6. Diseño en software del sistema de transmisión:*

Cuando se habla del sistema de transmisión se refiere a un piñón que transfiere el par motor a la banda y ésta se lo lleva a la corona que está enlazada al eje trasero.[7] Finalmente el eje trasero transmite el movimiento giratorio a las ruedas dotando al prototipo de tracción.[7]

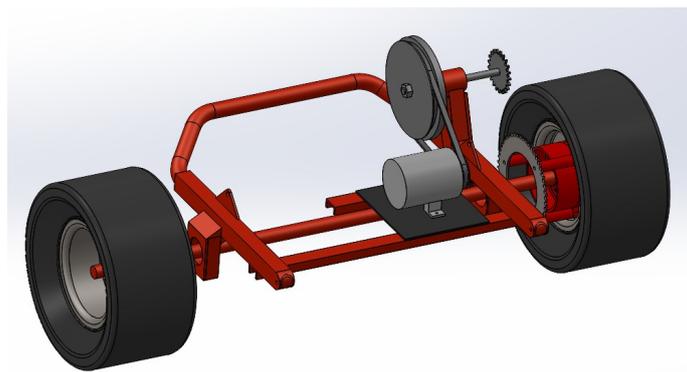


Figura 22. Diseño del sistema de transmisión, por J. Bohórquez y J. Calero

#### VI-A7. *Diseño en software del sistema de frenado:*

Los frenos eléctricos, también conocidos como EPB, son una versión avanzada del freno de mano convencional. En este proyecto, el piloto debe activar el freno mediante el pedal, el cual genera una fuerza de bloqueo en el sistema de frenado trasero a través de cables.[7]

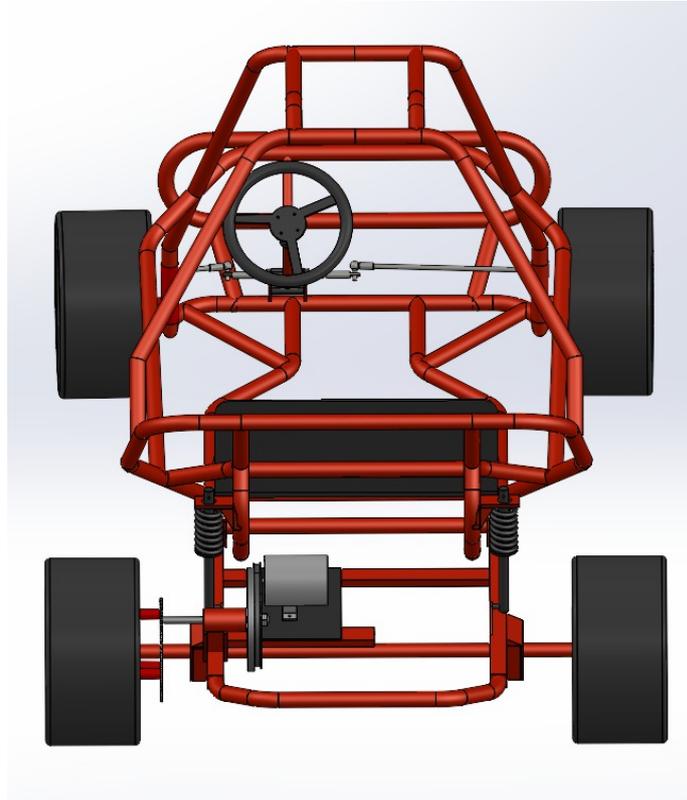


Figura 23. Diseño del sistema de frenado, por J. Bohórquez y J. Calero

#### VI-A8. *Diseño en software de las ruedas:*

Una de las creaciones con más antigüedad en la historia del ser humano que revolucionó el movimiento es la rueda, su función es permitir que el vehículo pueda desplazarse cómodamente por cualquier tipo de superficie. Las ruedas se conforman de dos partes las llantas, que van directamente al eje que produce la rotación, y los neumáticos, que son los que tienen el contacto directo con la superficie, evitando así que el vehículo pierda estabilidad.



Figura 24. Diseño de ruedas en Solidworks, por J. Bohórquez y J. Calero

*VI-A9. ¿Se logró la disminución del costo a comparación de los karts existentes en el mercado?:*

Se intentó cubrir todos los gastos con el presupuesto inicial, sin embargo a lo largo de la construcción del vehículo se fueron suscitando inconvenientes que provocaron un gasto adicional por lo que no se logró llegar a la meta de disminuir el costo de producción en torno a los karts que se encuentran en el mercado. Esto demuestra que se debe tener un mayor compromiso en cuánto a la optimización de recursos y presupuestos cuando se nos presente la oportunidad de emprender en nuevos proyectos.



Figura 25. Diseño completo sin sistemas, por J. Bohórquez y J. Calero

VI-A10. *Análisis estático:* Una vez realizado el modelo de la estructura en SolidWorks se procedió a realizar el análisis estático, este consiste en evaluar el comportamiento que va a sufrir la estructura a condiciones reales de cargas y restricciones que se apliquen sobre el chasis. Este análisis es fundamental para evaluar cómo nuestro diseño va a responder a las fuerzas externas y aún así ofrecerle seguridad al conductor con el vehículo en funcionamiento.

Primero se tuvo que definir el material del diseño, no existe el hierro como tal en las opciones de materiales por ende se eligió la opción de "Acero" como base debido a que el hierro es un tipo de acero, sin embargo luego se seleccionó la opción "Copiar" y de esta manera se duplicó el material de acero seleccionado, una vez concluido aquello el siguiente paso es renombrar el nuevo material y ponerle "Hierro", para concluir con la elección correcta del material se debe ir a "Propiedades" y se logra modificar las propiedades del acero por las del hierro.

- Densidad: 7.874 g/cm<sup>3</sup>

- Módulo de elasticidad: 211 GPa

Una vez terminado de editar el material se procede a relizar el análisis estático, aplicándole las debidas restricciones representando de esta manera las distintas áreas donde existen uniones de soldadura, esto es fundamental para poder simular cómo se va a comportar nuestro vehículo bajo carga.

Para el análisis se debieron definir las condiciones de frontera identificando los puntos de sujeción y las fuerzas aplicadas en el chasis, también es muy importante utilizar restricciones de fijación para los puntos de sujeción que en nuestro vehículo vendrían a ser los puntos de conexión del soporte en el que se encuentra el motor, las suspensiones, el eje delantero y el trasero, de la misma forma, estos puntos son similares a las condiciones de sujeción reales del chasis.

Las juntas de nuestro chasis son aquellas uniones de soldadura en las que se está aplicando una carga representada por puntos de color morado, se le aplicó cargas gravitatorias que se distribuyen principalmente en la parte trasera del chasis que es donde estarán ubicados los componentes del kart sobre todo el motor, la suspensión y las baterías.

Para la simulación se fijó la parte trasera del chasis tomando en cuenta que esta parte tendrá la suspensión y las llantas del vehículo, luego se procedió a aplicar una carga diviida entre los puntos señalados dentro del análisis en el entorno al que estará expuesto el diseño, las cargas pueden incluir fuerzas, momentos o presiones en el diseño al momento que se encuentre funcionando normalmente. Es muy importante tomar en cuenta todo tipo de cargas para poder obtener resultados más completos.

Cuando se hayan definido las condiciones del contorno de la estructura y se apliquen las cargas correspondientes que se tendría en mente, se procedió a simular todo en el programa ya que este utiliza métodos numéricos avanzados para realizar las ecuaciones del equilibrio del vehículo, las deformaciones y tensiones que pueda sufrir el mismo. El análisis realizado previamente en SolidWorks reveló que, bajo las condiciones de cargas, fuerzas y tensiones que se le aplicó al vehículo en la simulación, este experimentaría un esfuerzo máximo de 234,4 MPa, y tomando en cuenta que el límite del material es de 370 MPa, este resultado demuestra que el diseño es óptimo, ya que el esfuerzo máximo que se ha calculado está dentro del límite permitido del material. Esta discrepancia entre el límite del material y el esfuerzo experimentado por el vehículo demuestra la importancia no sólo de considerar las propiedades del material sino también la distribución de cargas y esfuerzos a lo largo de la geometría del diseño en el análisis estructural, demostrando de esta manera que el vehículo tiene una resistencia adecuada bajo las condiciones de carga previstas en la vida real respaldando así la viabilidad y seguridad del diseño.

Los resultados que el programa nos dicta luego de detallar dicho análisis nos muestran una visión mucho más detallada de cómo se va a comportar la estructura, en los gráficos se puede identificar mucha tensión en el área trasera del modelo, puntos críticos en donde podría existir deformación.

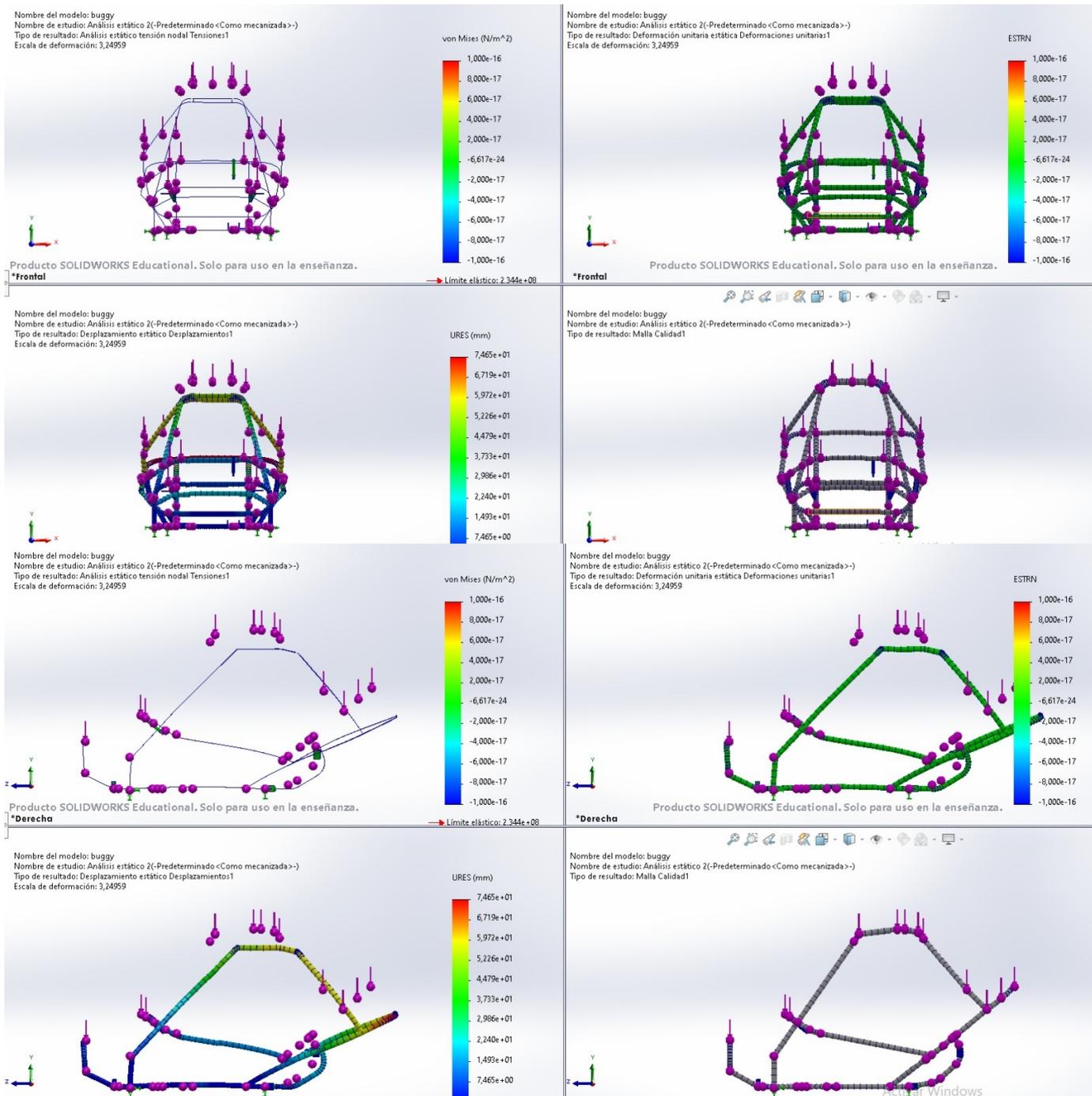
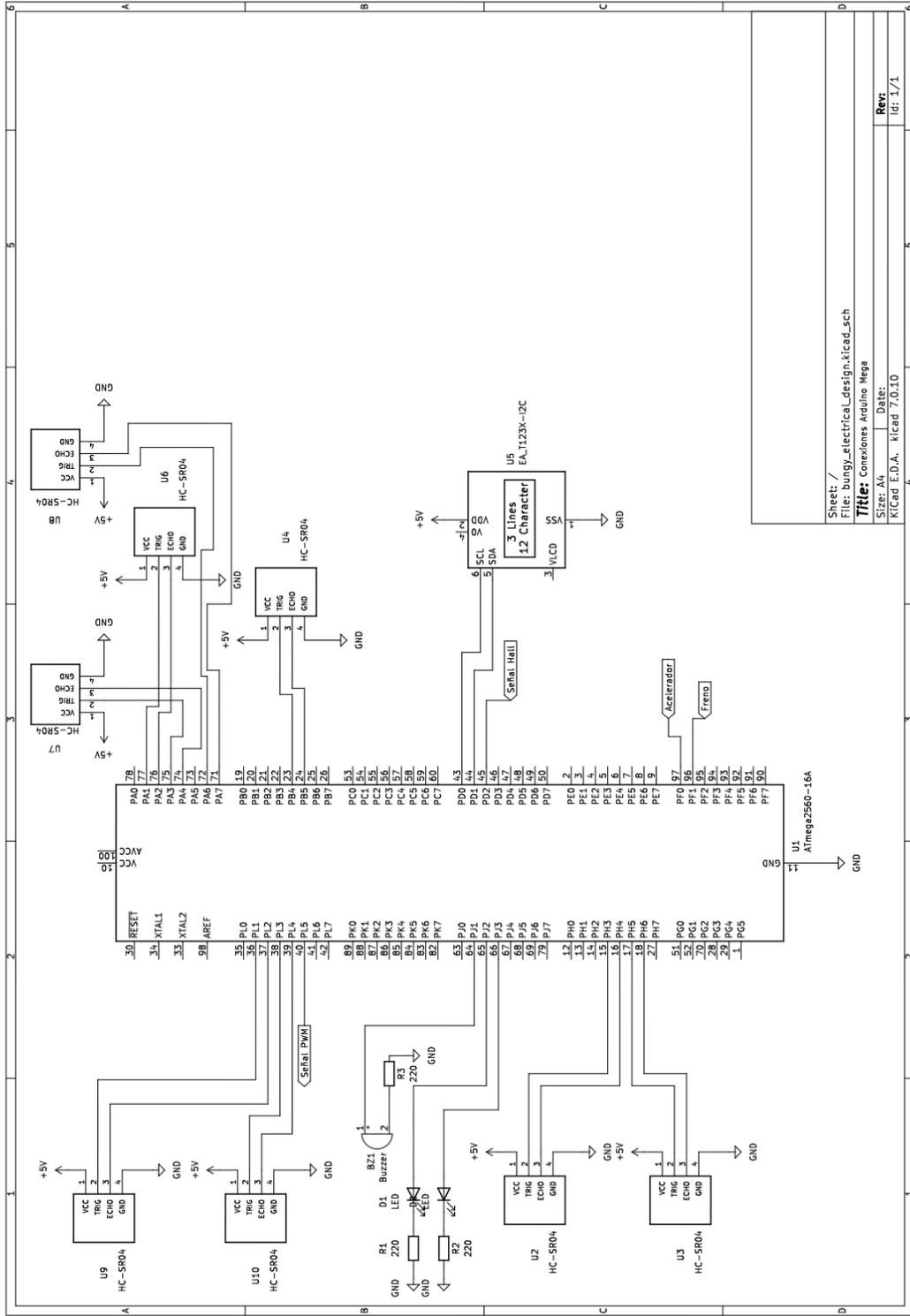


Figura 26. Análisis estático, por J. Bohórquez y J. Calero

*VI-B. Resultados de la implementación del modo de manejo seguro que consta de sensores ultrasónicos, un sistema de limitación de velocidad y sistemas de alarma*

Para la implementación del modo de manejo seguro hubieron que tomarse en cuenta varios factores. Como módulo principal para el proyecto se eligió una placa de Arduino MEGA cuyo elemento principal es el microcontrolador ATmega2560 de 10 bits de resolución.

h  
Tabla II  
CONEXIONES DE LOS SISTEMAS AL ARDUINO MEGA, POR J. BOHÓRQUEZ Y J. CALERO



Sheet: /  
 File: bunity\_electricalDesign.kicad\_sch  
**Title:** Conexiones Arduino Mega  
 Size: A4  
 Date: / /  
 KICad 7.0.10  
**Rev:** 1/1



### VI-C. Diseño del programa

Mientras se iba desarrollando la aplicación con las que se iba a trabajar para medir se ha empleado una placa de Arduino MEGA a la cuál se le han conectado los sensores ultrasónicos que nse están utilizando (HC-SR04), este es el mejor sensor de la actualidad en cuanto a la medición de distancias. Para que pueda existir la comunicación entre ambos dispositivos la entrada de la placa Arduino MEGA tiene que ir conectado con la salida de los sensores ultrasónicos, estos se conectan mediante una comunicación asíncrona, lo que significa que deben ir a la misma velocidad para poder trabajar bien.

*VI-C1. Alcance:* Las distancias a las que se detectará el obstáculo irán desde los 5 centímetros hasta los 4 metros.

La precisión es casi exacta, con una variación mínima de 2 o 3 milímetros.

El ángulo de medición será de 30 grados.

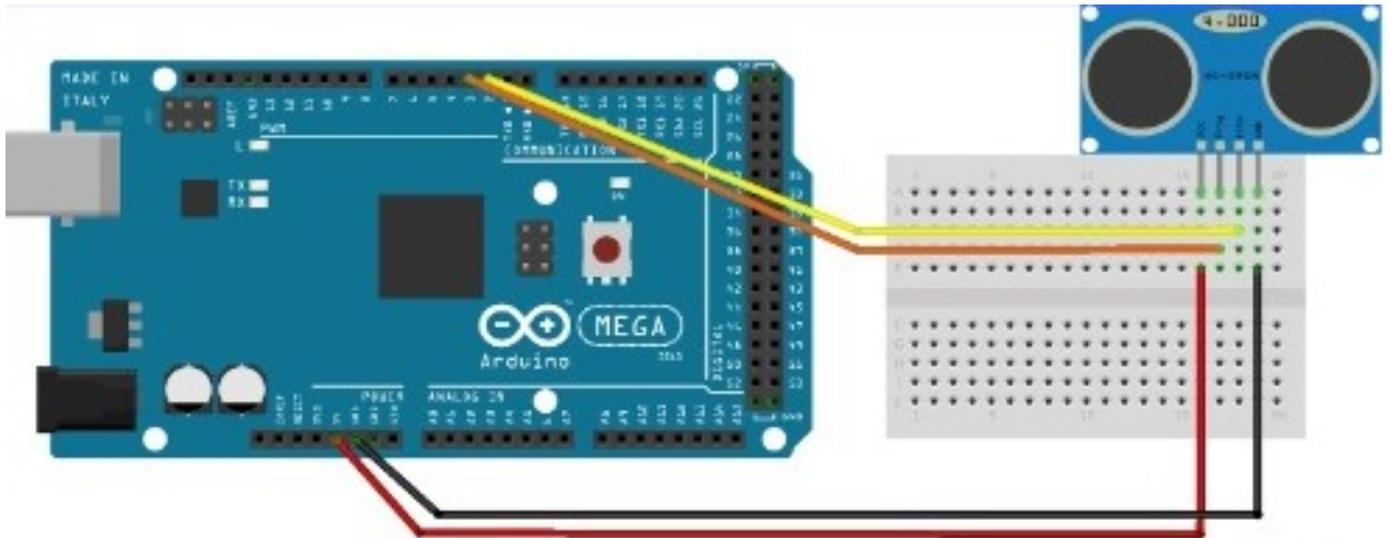


Figura 27. Conexión entre el arduino y el sensor ultrasónico, por J. Bohórquez y J. Calero

A continuación se irán detallando los comandos que se emplearon en la programación y la función de cada uno:

Comando `pinMode(pin,valor)`; De este modo se logra configurar el pin digital ya sea como la entrada o como la salida de corriente, se irá detallando a medida de la programación si se empleará como entrada o como salida cada pin, todo esto por lo general suele ir dentro de la estructura `setup()`;

```
void setup() {  
    pinMode(PIN_PARA_TRIG, OUTPUT);  
    pinMode(PIN_PARA_ECHO, INPUT);  
    Serial.begin(115200);  
}
```

Figura 28. Comando `pinMode`, por J. Bohórquez y J. Calero

serial.begin(velocidad); Esta es la encargada de abrir el canal serial de comunicación, es muy importante configurarla antes que se realice una transmisión, igual que el comando anterior este también debe ir dentro de la estructura setup();

```
void setup() {  
    pinMode(PIN_PARA_TRIG, OUTPUT);  
    pinMode(PIN_PARA_ECHO, INPUT);  
    Serial.begin(115200);  
}
```

Figura 29. Comando Serial.begin, por J. Bohórquez y J. Calero

digitalWrite(pin,valor); Este comando es el encargado de enviar un valor específico desde un segundo parámetro hasta el primero que será el pin digital que se ha descrito con anterioridad.

```
//El pin de Arduino MEGA configurado para enviar el sensor  
//el pulso (de 10 microsegundos) que active el sensor,  
//enviará dicho pulso al sensor.  
digitalWrite(PIN_PARA_TRIG, HIGH);  
delayMicroseconds(10);  
digitalWrite(PIN_PARA_TRIG, LOW);
```

Figura 30. Comando digitalWrite, por J. Bohórquez y J. Calero

pulseIn(pin,nivel); Este comando detiene la ejecución total del programa mientras espera a recibir una nueva orden, una vez que reciba la señal este cuenta el tiempo que se ha pronosticado que va a durar dicha señal hasta que cambie de estado y luego lo devuelve como un valor que será medido en microsegundos.

```
//El pin de Arduino MEGA configurado para recibir el tiempo  
//de ida y vuelta de la ráfaga de ultrasonidos al sensor,  
//recibirá dicho pulso desde el sensor.  
tiempo = pulseIn(PIN_PARA_ECHO, HIGH);  
//Se ha de esperar un mínimo de tiempo para que la placa Arduino  
//trabaje correctamente.  
delay();
```

Figura 31. Comando pulseIn, por J. Bohórquez y J. Calero

serial.print(valor); Este comando es el encargado de llevar un dato especificado como parámetro desde el microcontrolador de la placa de Arduino MEGA hacia el exterior. la información se transmite de forma asíncrona en este comando. Por último cabe recalcar que este comando devuelve la cantidad de bytes que se haya enviado.

```
//Se muestra la distancia medida por el sensor
//Cada 5 segundos
Serial.print(distancia_en_milímetros);
Serial.print("mm");
Serial.print();
delay(5000);
```

Figura 32. Comando Serial.print, por J. Bohórquez y J. Calero

delay(miliseundos); Este comando es el encargado de detener la ejecución del programa durante el tiempo determinado que se haya colocado anteriormente y es muy importante recalcar que este no tiene valor de retorno.

```
//Se muestra la distancia medida por el sensor
//Cada 5 segundos
Serial.print(distancia_en_milímetros);
Serial.print("mm");
Serial.print();
delay(5000);
```

Figura 33. Comando delay, por J. Bohórquez y J. Calero

#### VI-D. Programa

```
//Se añade la librería RunningMedian para poder utilizarla.
#include <RunningMedian.h>

//Se establece la constante de la velocidad del sonido.
//La velocidad del sonido es 340[m/s] a 25[°C] de temperatura.
#define VELOCIDAD_SONIDO 340

//Se configuran los pines digitales de la placa Arduino MEGA, a
//través de los cuales se realizará la comunicación con el sensor.
//Podría utilizarse cualquiera de los pines digitales de la placa.
#define PIN_PARA_TRIG 17 //Descrito como pin A3 en la placa.
#define PIN_PARA_ECHO 16 //Descrito como pin A2 en la placa.

//Para realizar la mediana de un conjunto de medidas de distancia
//que vaya tomando el sensor ultrasónico HC-SR04
//(se optará por realizarla cada 7 medidas de distancia del sensor)
//se crea un objeto de la clase RunningMedian, que la almacene.
RunningMedian mediana_de_siete_muestras RunningMedian(7);

void setup() {
    pinMode(PIN_PARA_TRIG, OUTPUT);
    pinMode(PIN_PARA_ECHO, INPUT);
    Serial.begin(115200);
}

void loop() {
    long distancia_en_micrometros;
    float distancia_en_milímetros;
```

Figura 34. Parte 1 del programa, por J. Bohórquez y J. Calero

```

int i;
for(i=0; i<10; i++){
  //El tiempo de ida y vuelta de la ráfaga ultrasónica al sensor.
  //se añade a la mediana de las 7 muestras de distancia tomadas.
  mediana_de_siete_muestras.add(ObtenerTiempo());
}
//Como la función pulseIn() devuelve un valor en microsegundos
//la distancia se encontrará medida en micrometros
distancia_en_micrometros =
  ((long)mediana_de_siete_muestras.getMedian()*VELOCIDAD_SONIDO)/2;
//Se transforma en milímetros
distancia_en_milímetros = (float)distancia_en_micrometros/1000;
//Se muestra la distancia medida por el sensor
//Cada 5 segundos
Serial.print(distancia_en_milímetros);
Serial.print("mm");
Serial.print();
delay(5000);
}

//Se crea una función que recoge el tiempo que mide el sensor
//desde que envía hasta que recibe la ráfaga de ultrasonidos,
//para enviárselo a la placa Arduino, y así, a través de ella
//podamos calcular la distancia (en base a ese tiempo).
int obtenerTiempo();
  int tiempo;
  //El pin de Arduino MEGA configurado para enviar el sensor
  //el pulso (de 10 microsegundos) que active el sensor,

```

Figura 35. Parte 2 del programa, por J. Bohórquez y J. Calero

```
//enviará dicho pulso al sensor.
digitalWrite(PIN_PARA_TRIG, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(PIN_PARA_TRIG, LOW);

//El pin de Arduino MEGA configurado para recibir el tiempo
//de ida y vuelta de la ráfaga de ultrasonidos al sensor,
//recibirá dicho pulso desde el sensor.
tiempo = pulseIn(PIN_PARA_ECHO, HIGH);
//Se ha de esperar un mínimo de tiempo para que la placa Arduino
//trabaje correctamente.
delay();

return(tiempo);
}
```

Figura 36. Parte 3 del programa, por J. Bohórquez y J. Calero

#### *VI-E. Funcionamiento del modo convencional*

Cuando el vehículo se encuentre en el modo convencional, este no tendrá ningún tipo de restricción de velocidad y alcanzará su máximo potencial siendo esta de 45 km/h, esto permitirá que el conductor pueda tener un mayor control, del vehículo e ir a la velocidad que este considere apropiada. Cabe recalcar que en este modo de manejo se logra la activación de los sensores ultrasónicos que se encuentran en los costados del vehículo y así poder evitar una colisión inminente. Al momento en el que los sensores detectan que se va aproximando una amenaza estos emitirán una alarma lumínica en el tablero. Por otro lado, en la parte externa de nuestro vehículo se activará una alarma sonora mientras la amenaza se vaya aproximando, y es así como se podrá alertar al conductor del kart como a los demás conductores de la vía para poder evitar una desgracia. De este modo se prioriza siempre la seguridad del usuario, cabe recalcar que el modo convencional está fabricado netamente para personas mayores de edad.



#### VI-F. Implementación del modo seguro

La característica diferencial de este proyecto en comparación con otros karts de paseo es la implementación de un modo de manejo seguro. Por ende, hay que tomar en cuenta que este modo de manejo sólo puede ser activado cuando el vehículo se encuentra estático, si el vehículo se encuentra en movimiento va a ser imposible activar este modo de manejo. Tomando en cuenta esta limitación se prioriza que la persona a bordo no sufra ningún tipo de percance por si acaso se presione por error el switch mientras el vehículo se encuentra andando, siendo esto una garantía para la seguridad tanto del conductor como para los demás usuarios de la carretera.

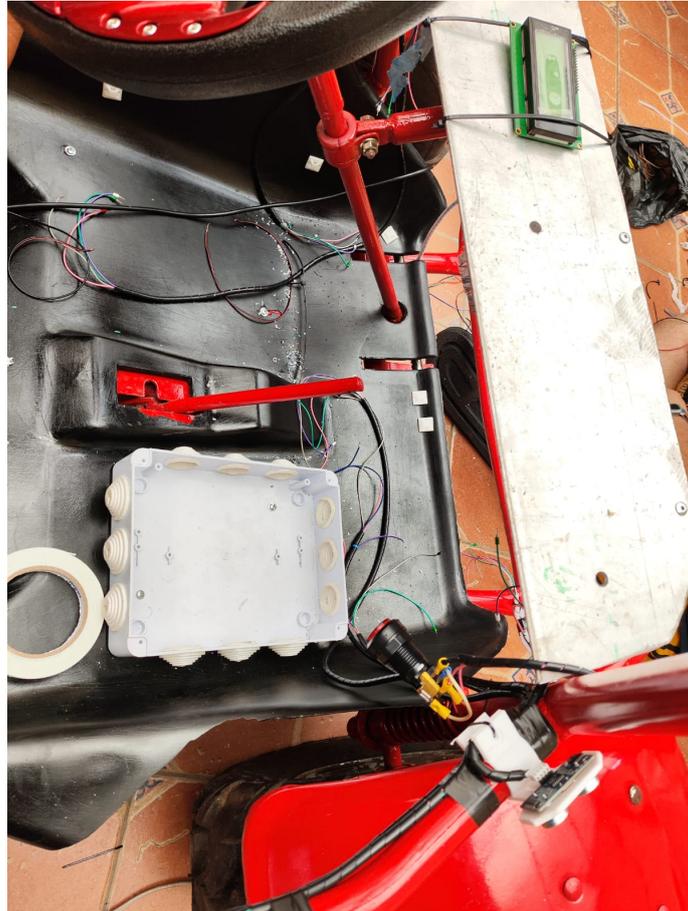


Figura 37. Implementación del modo seguro, por J. Bohórquez y J. Calero

### VI-G. Funcionamiento del modo seguro

El modo seguro del kart tiene como finalidad ser principalmente para niños de diez años en adelante, es por esto que se le añadieron características interesantes que serán detalladas a continuación. En este modo de manejo, la velocidad del kart va a sufrir una limitación de hasta máximo 15 km/h, lo que le va a permitir al niño poder reaccionar a tiempo ante alguna posible colisión. Únicamente en este modo el vehículo logra la activación de los sensores delanteros, que han sido programados para la detección de un objeto inmóvil ante una colisión inminente. Cuando estos sensores logran identificar un obstáculo a corta distancia, automáticamente el motor se apaga. Esta función extra de seguridad hace que el niño pueda salir ileso ante cualquier amenaza de colisión frontal, cabe recalcar que de preferencia al ser conducido por un niño el vehículo estaría en un ambiente controlado donde sólo pueda colisionar con objetos inmóviles y no con otro vehículo en movimiento

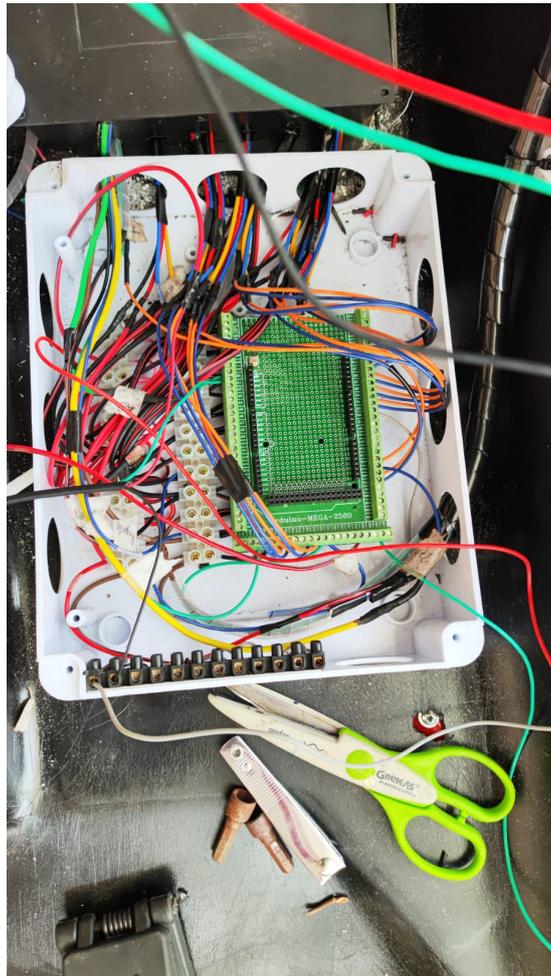


Figura 38. Funcionamiento del modo seguro, por J. Bohórquez y J. Calero

#### *VI-H. Pruebas realizadas*

Para poder evaluar la eficacia y confiabilidad del vehículo en su modo de manejo seguro, se realizó un número determinado de pruebas dentro de un ambiente controlado. Durante las pruebas, se direccionó al vehículo hacia objetos inmóviles, como barriles de basura y paredes, estas pruebas se realizaron únicamente en el modo de manejo seguro. De los 50 intentos realizados, el vehículo pudo reaccionar de manera eficiente en 47 ocasiones, lo que significa que se obtuvo una tasa de efectividad del noventa y cuatro por ciento. Estos resultados logran demostrar la eficiencia de los sensores ultrasónicos en el modo de manejo seguro para identificar obstáculos y una posible colisión, incluso en situaciones de alto riesgo para el kart. Esta alta tasa de éxito logra validar la eficiencia del diseño y la correcta implementación del sistema de seguridad, brindando así una garantía de protección para el conductor del kart y las demás personas al volante.

*VI-I. Resultados de validación mediante un análisis de desempeño y seguridad la factibilidad del vehículo recreativo*

*VI-II. ¿Se lograron resultados exitosos en las pruebas del modo convencional?:* Mientras se realizaron las pruebas en el modo convencional de manejo, se logró un éxito total en las 25 pruebas realizadas, por ende dió una efectividad del cien por ciento. A medida que se iba probando el vehículo en este modo, se pudo observar que el funcionamiento era correcto al lograr la activación de las alarmas lumínica y sonora ante el peligro de una posible colisión lateral, lo que nos da a ver que los sistemas de detección y advertencia actúan de manera eficiente. Además, se pudo comprobar que el freno y el acelerador del vehículo funcionan muy bien, así se pudo obtener un control absoluto sobre la dirección y velocidad que se desea darle al kart. Los resultados obtenidos ayudan a reforzar la fiabilidad y la capacidad de respuesta del vehículo en el determinado caso de encontrarnos en tráfico real, priorizando así la seguridad tanto del conductor del kart como de los demás conductores que se encuentren en la carretera.

Medición del sensor mientras se acerca una amenaza a una distancia de 1 metro:

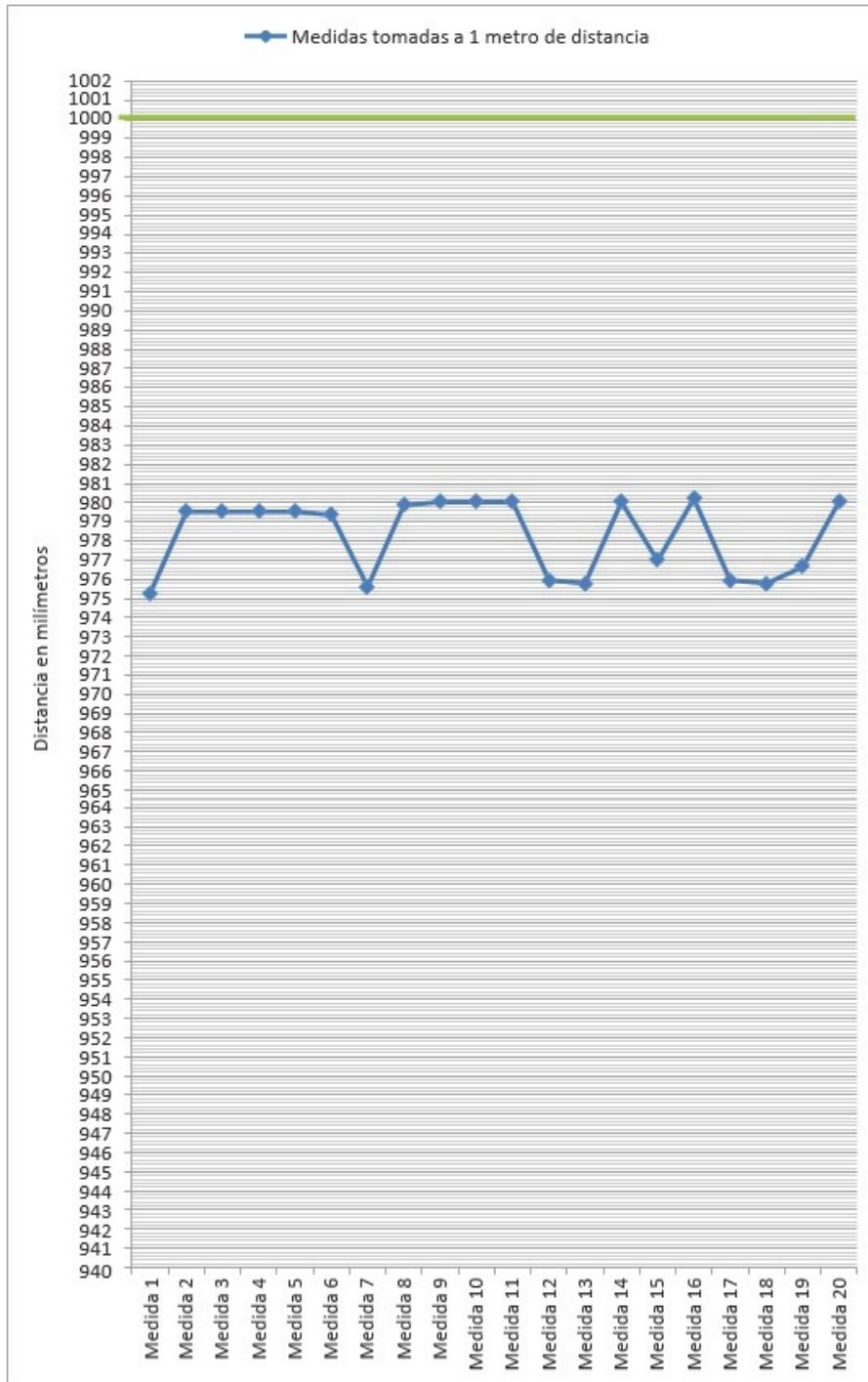


Figura 39. Prueba a 1 metro del sensor, por J. Bohórquez y J. Calero

Medición del sensor mientras se acerca una amenaza a una distancia de 1,5 metros:

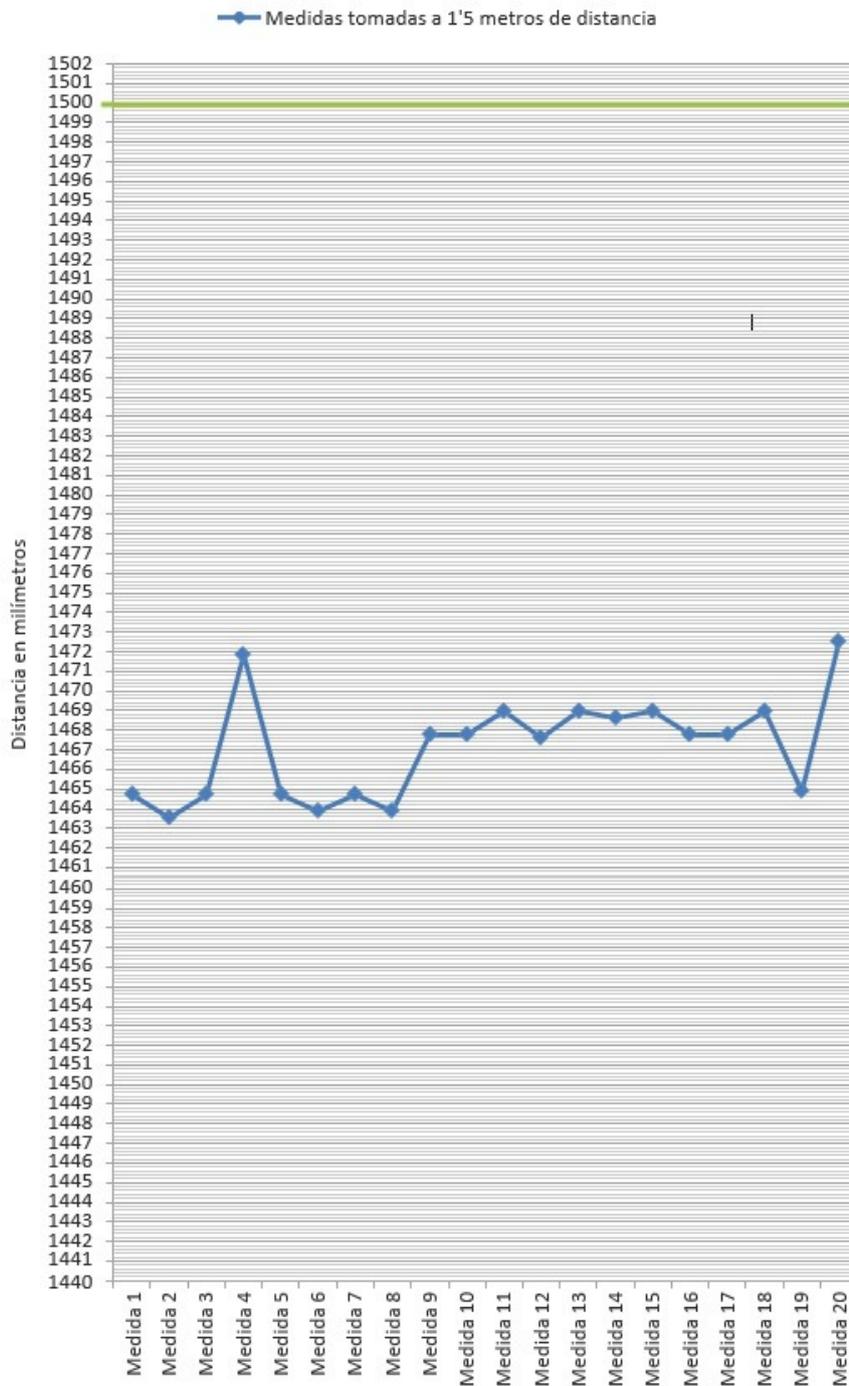


Figura 40. Prueba a 1,5 metros del sensor, por J. Bohórquez y J. Calero

Medición del sensor mientras se acerca una amenaza a una distancia de 2 metros:

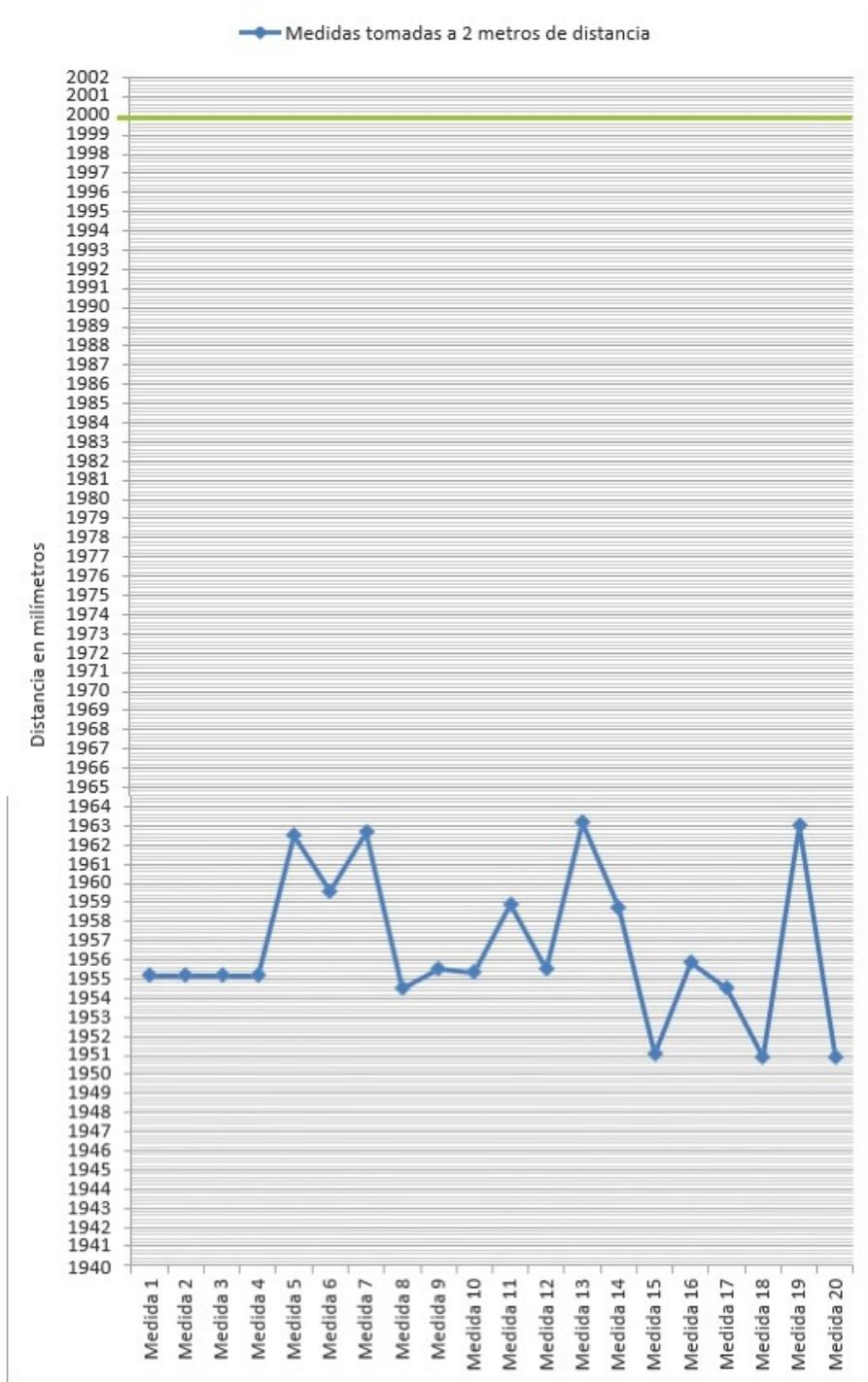


Figura 41. Prueba a 2 metros del sensor, por J. Bohórquez y J. Calero

Medición del sensor mientras se acerca una amenaza a una distancia de 2,5 metros:

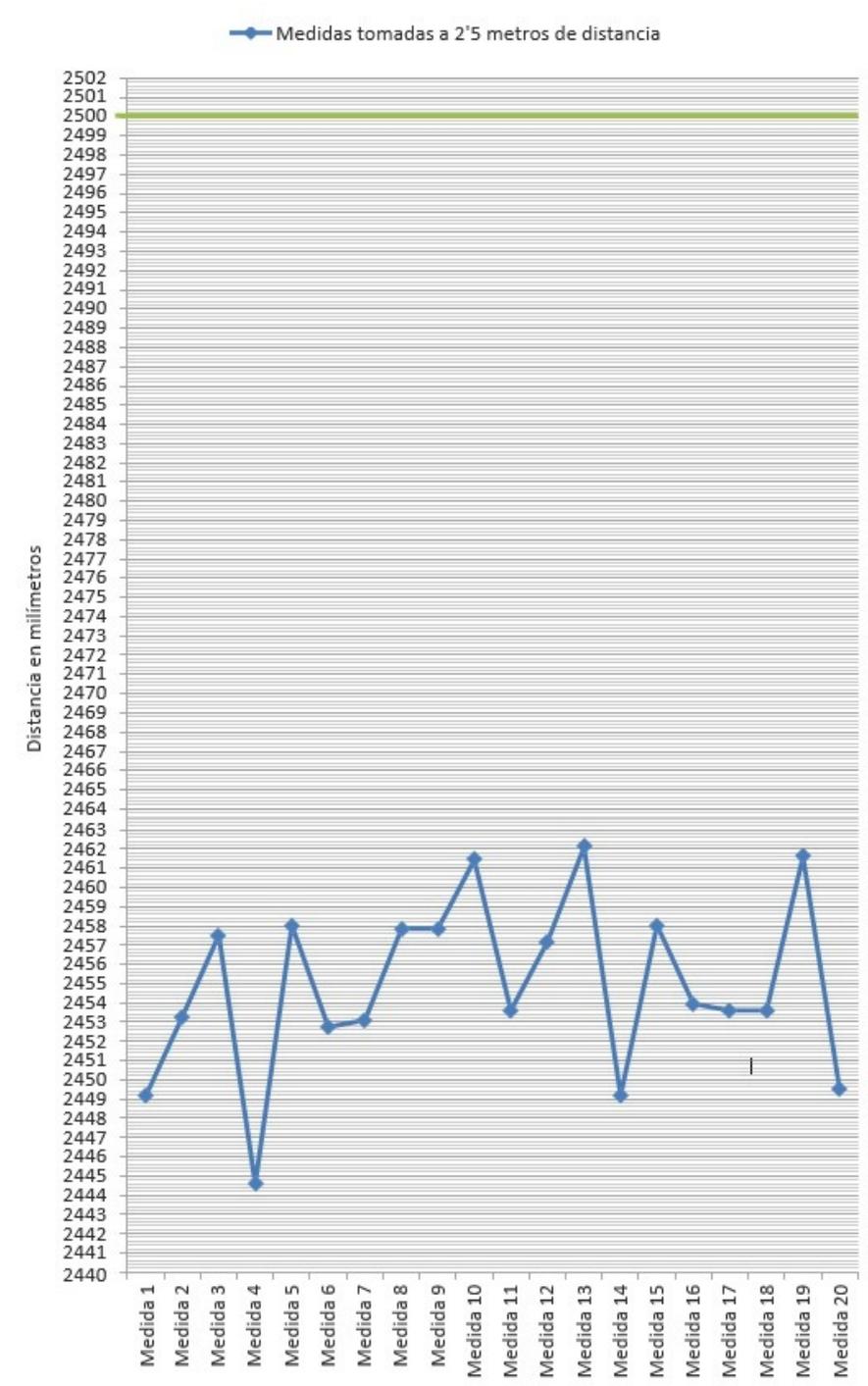


Figura 42. Prueba a 2,5 metros del sensor, por J. Bohórquez y J. Calero

Medición del sensor mientras se acerca una amenaza a una distancia de 3 metros:

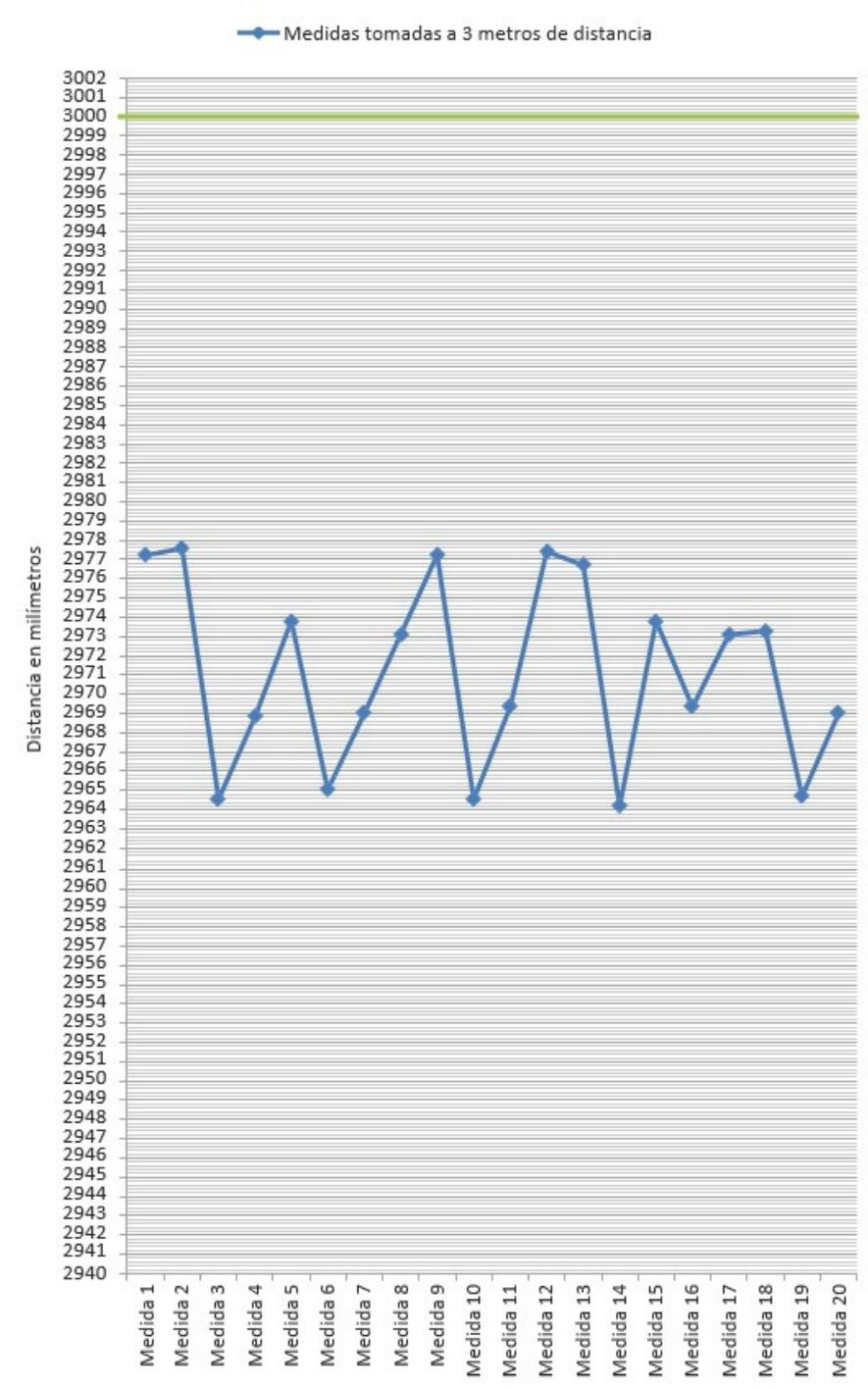


Figura 43. Prueba a 3 metros del sensor, por J. Bohórquez y J. Calero

Medición del sensor mientras se acerca una amenaza a una distancia de 3,5 metros:

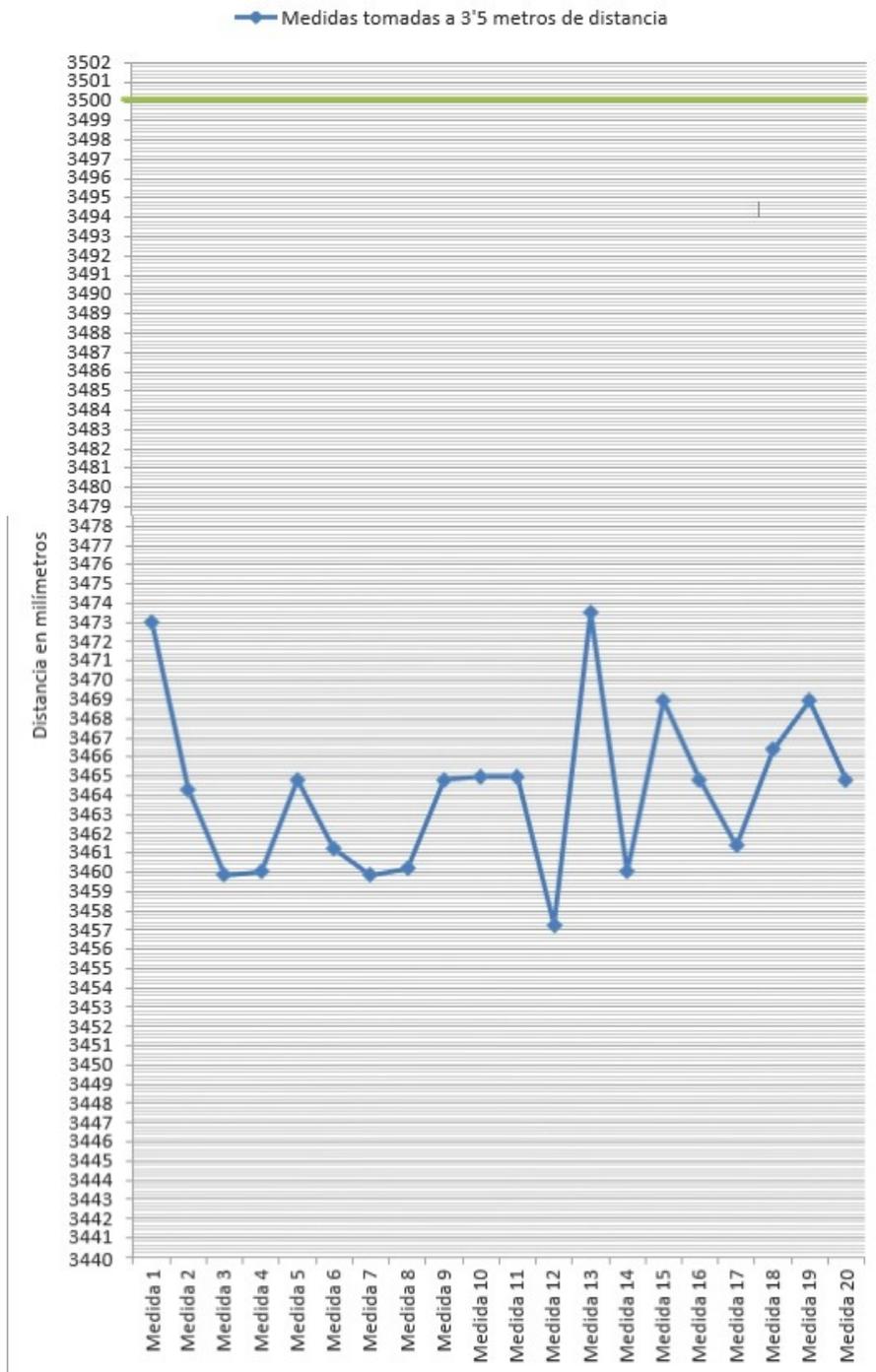


Figura 44. Prueba a 3,5 metros del sensor, por J. Bohórquez y J. Calero

Medición del sensor mientras se acerca una amenaza a una distancia de 4 metros:

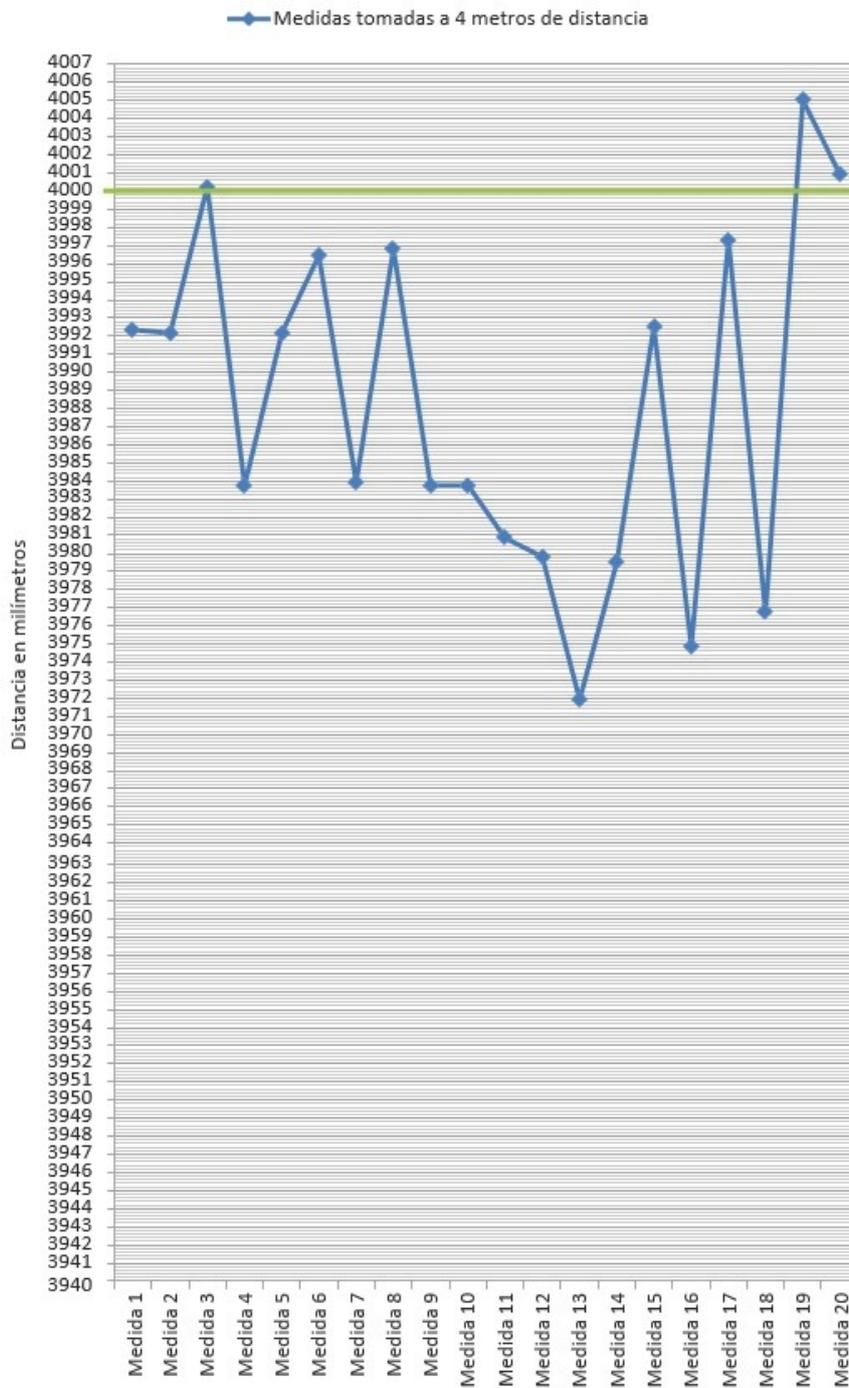


Figura 45. Prueba a 4 metros del sensor, por J. Bohórquez y J. Calero

VI-I2. ¿Se lograron resultados exitosos en las pruebas del modo seguro?: En las pruebas realizadas del modo de manejo seguro, se logró obtener una efectividad muy alta, siendo esta del noventa y cuatro por ciento. Al instante en el que se activó el modo seguro, el vehículo inmediatamente limitó su velocidad hasta a 15 km/h como estaba planificado, sin importar cuán fuerte presione el conductor el pedal del acelerador. De este modo se logró asegurar un mayor control de nuestro vehículo ante situaciones de riesgo. Mientras se realizaban las pruebas, los sensores ultrasónicos colocados en la parte delantera del vehículo lograron mostrar su eficacia detectando los objetos

inmóviles con los que el kart podía colisionar en su parte frontal. Como respuesta a dichas detecciones, el kart se detuvo automáticamente, evitando cualquier impacto. Los resultados de estas pruebas nos ayudan a validar que el modo seguro funciona de manera eficiente, proporcionándole al niño una seguridad como se había planificado. A continuación se va a proceder a mostrar los resultados obtenidos de cada medición de los sensores mediante la placa de Arduino MEGA, las medidas han sido tomadas desde el área en el que se encuentra el sensor ubicado en la parte frontal del vehículo hasta un objeto inmóvil, sea este un barril de basura o una pared plana.

Medición desde el sensor hasta la pared a una distancia de 5 centímetros:

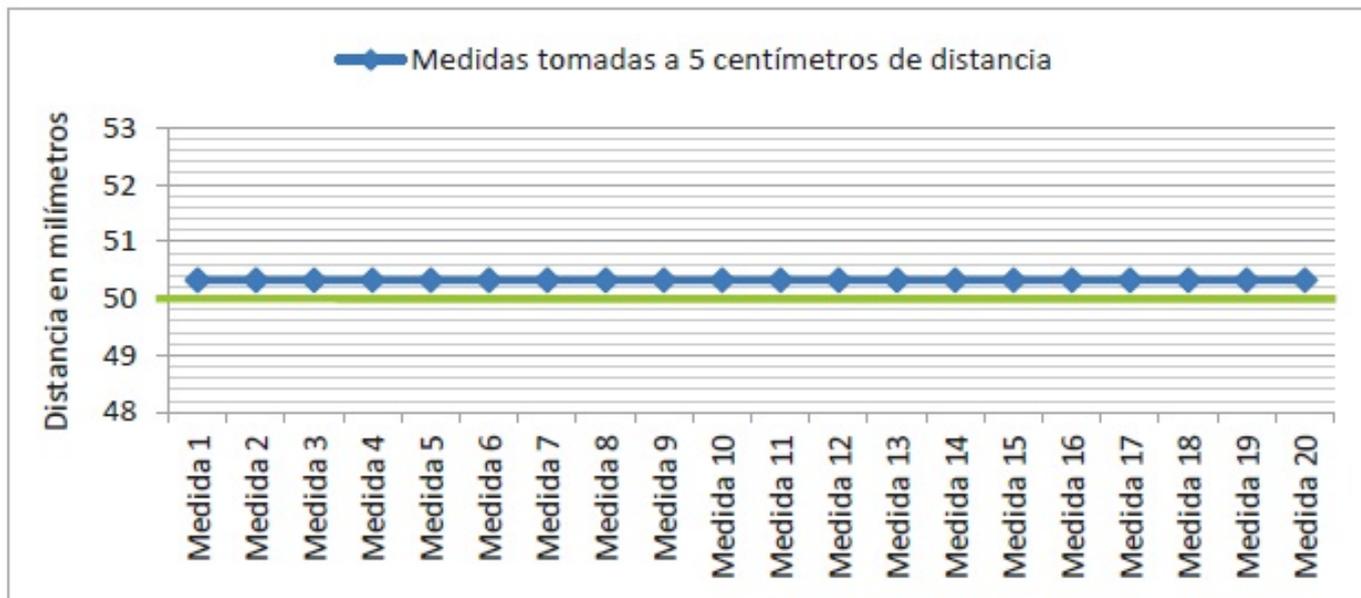


Figura 46. Prueba a 5 centímetros del sensor, por J. Bohórquez y J. Calero

Medición desde el sensor hasta la pared a una distancia de 10 centímetros:

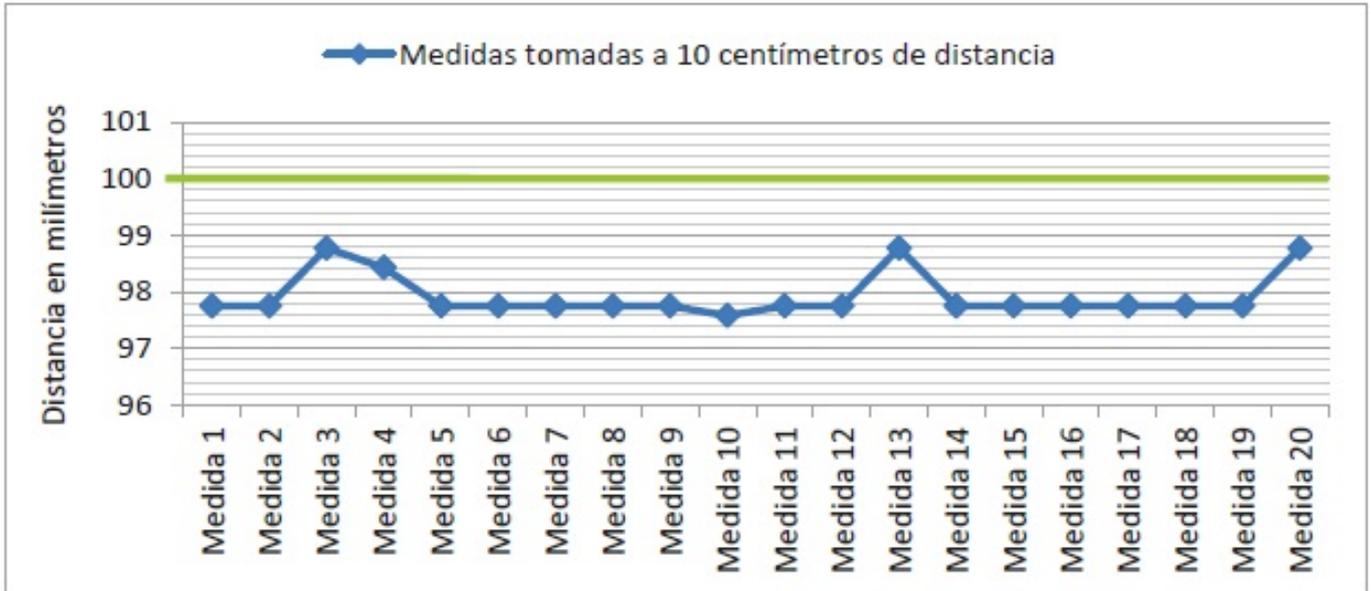


Figura 47. Prueba a 10 centímetros del sensor, por J. Bohórquez y J. Calero

Medición desde el sensor hasta la pared a una distancia de 15 centímetros:

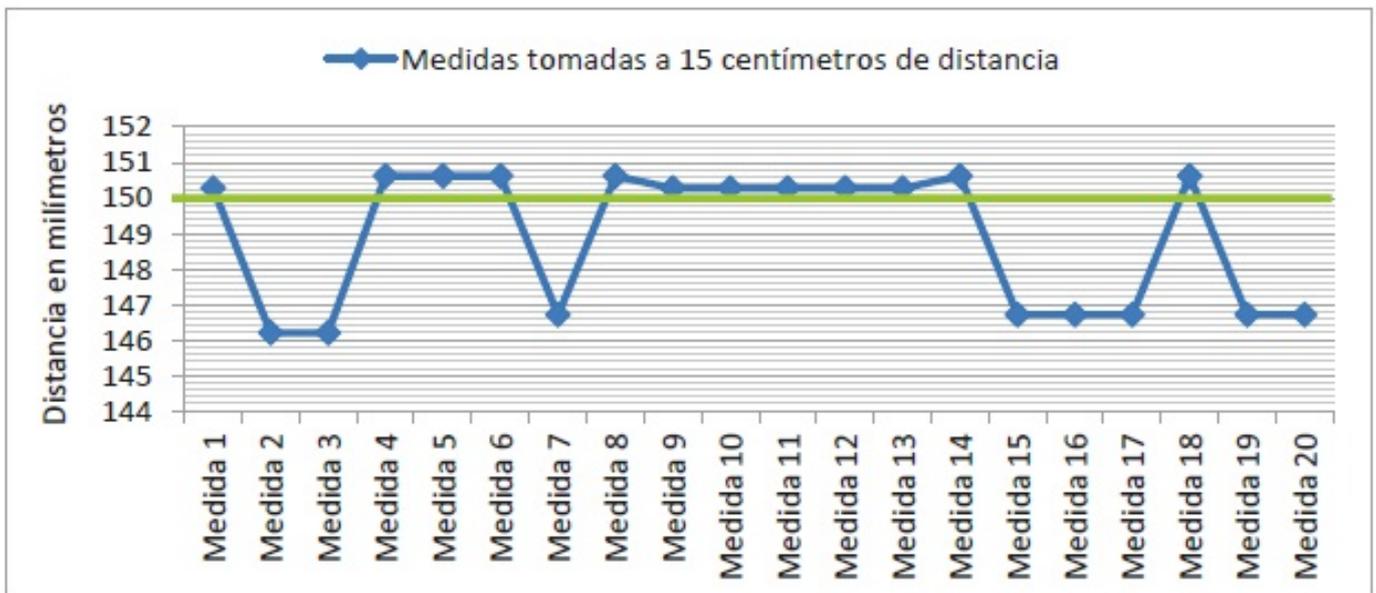


Figura 48. Prueba a 15 centímetros del sensor, por J. Bohórquez y J. Calero

Medición desde el sensor hasta la pared a una distancia de 20 centímetros:

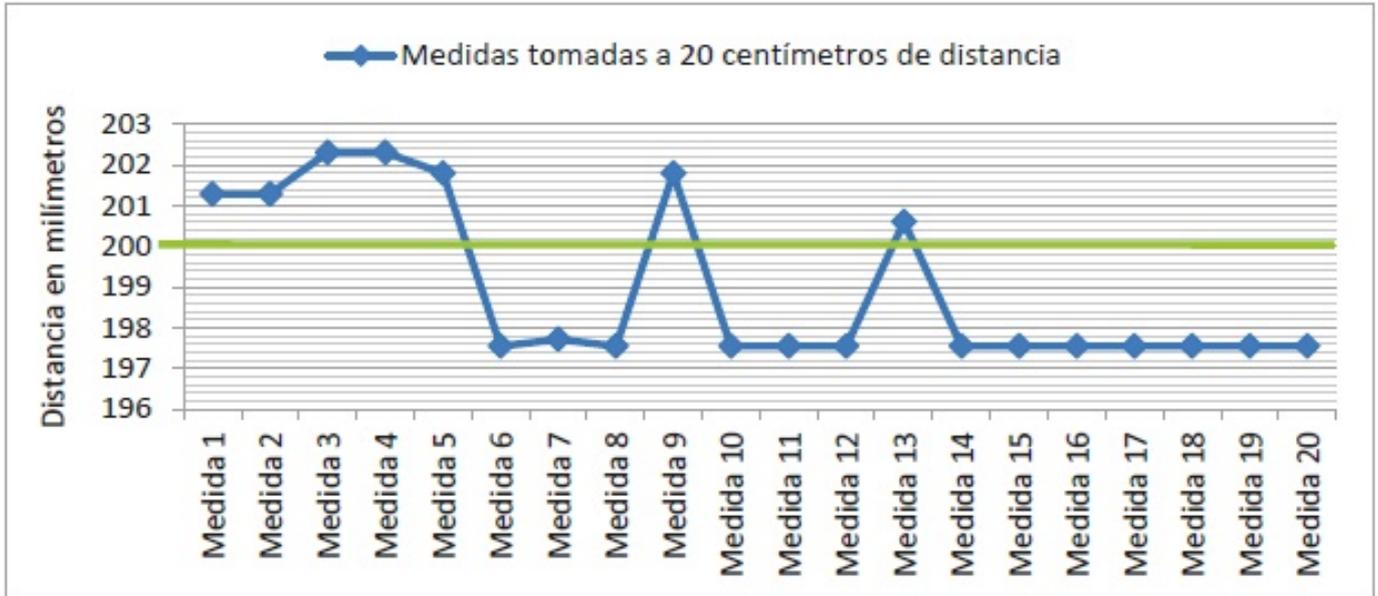


Figura 49. Prueba a 20 centímetros del sensor, por J. Bohórquez y J. Calero

Medición desde el sensor hasta la pared a una distancia de 25 centímetros:

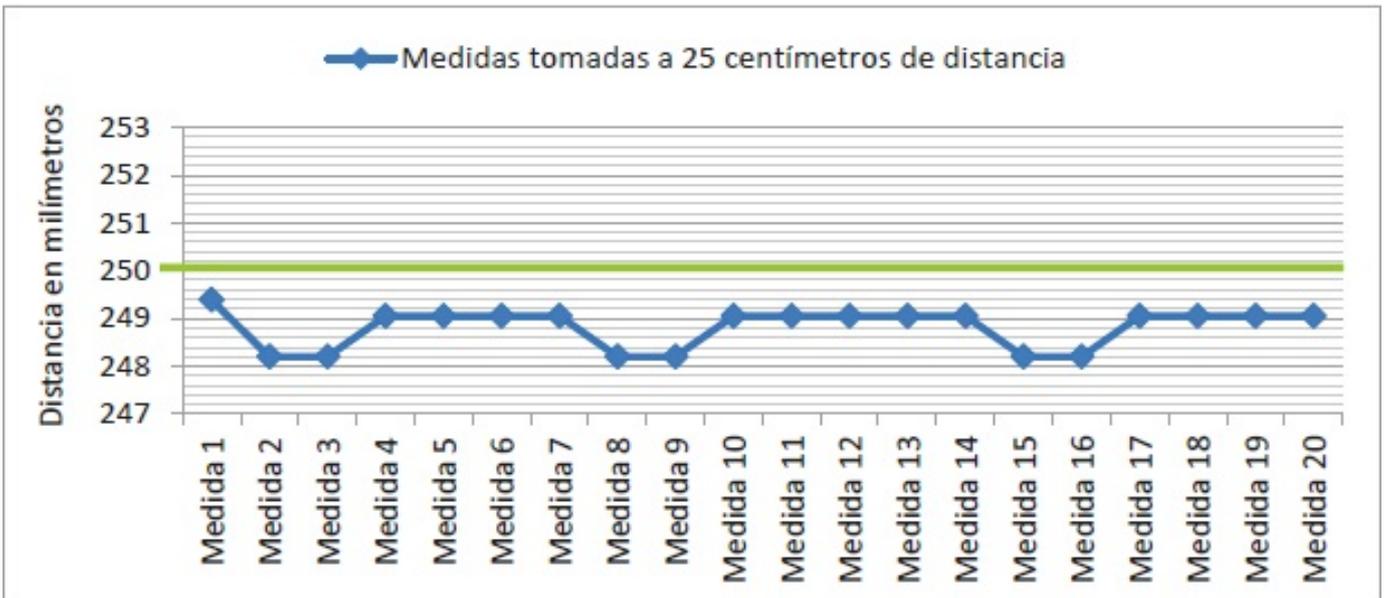


Figura 50. Prueba a 25 centímetros del sensor, por J. Bohórquez y J. Calero

Medición desde el sensor hasta la pared a una distancia de 30 centímetros:

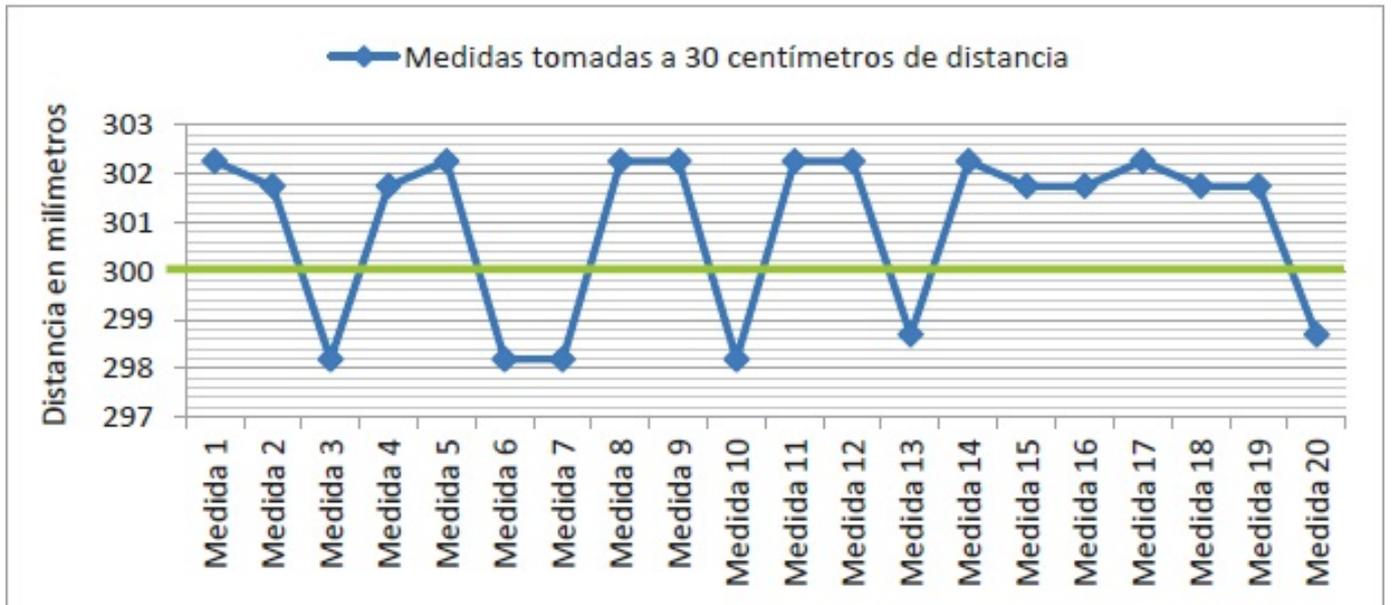


Figura 51. Prueba a 30 centímetros del sensor, por J. Bohórquez y J. Calero

Medición desde el sensor hasta la pared a una distancia de 40 centímetros:

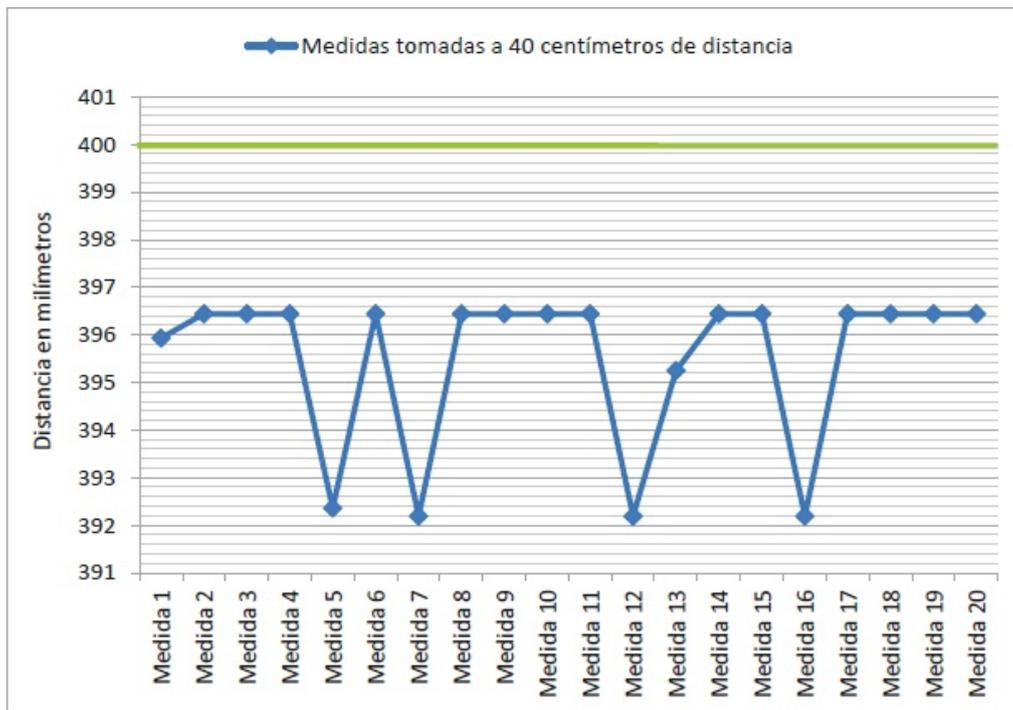


Figura 52. Prueba a 40 centímetros del sensor, por J. Bohórquez y J. Calero

Medición desde el sensor hasta la pared a una distancia de 50 centímetros:

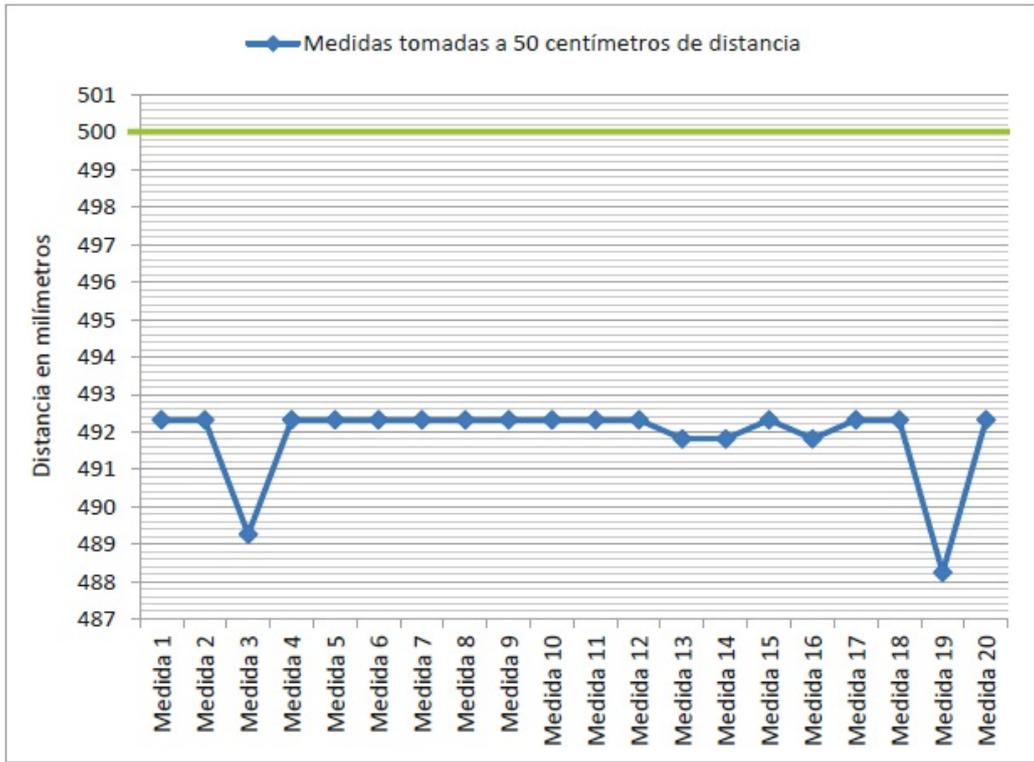
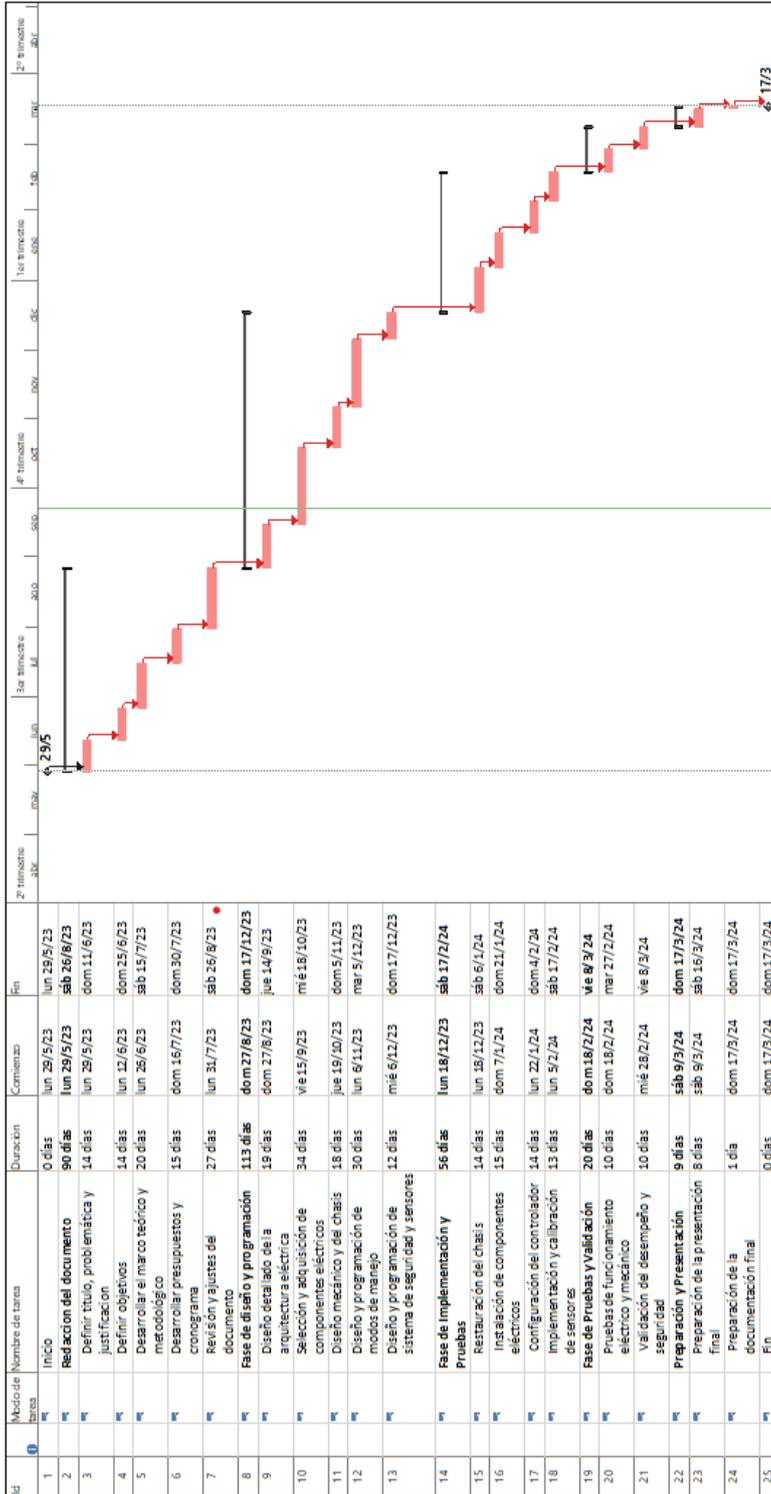


Figura 53. Prueba a 50 centímetros del sensor, por J. Bohórquez y J. Calero

# VII. CRONOGRAMA

Tabla IV  
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES



■ Tarea  
■ División  
◆ Hito  
■ Resumen  
■ Resumen del proyecto

■ Tarea inactiva  
■ Hitos inactivos  
■ Resumen inactivo  
■ Tarea inactiva solo duración

■ Informe de examen manual  
■ Resumen manual  
■ solo el comienzo  
■ solo fin  
■ Tareas enlazadas

◆ Hitos críticos  
■ Fecha límite  
■ Tareas críticas  
■ División crítica  
■ Progreso

■ Progreso manual

Proyecto: cronograma  
 Fecha: vie 22/9/23

Página 1

VIII. PRESUPUESTO

Tabla V  
COTIZACIÓN DE MATERIALES

Item	Descripción/Artículo	Precio Unitario (USD)	Cantidad	Precio Total (USD)
1	Arduino MEGA	\$40,00	1	\$40,00
2	Batería de ion de litio	\$150,00	2	\$300,00
3	Motor de corriente continua	\$125,00	1	\$125,00
4	Controlador de motor DC	\$40,00	1	\$40,00
5	Sensor ultrasónico	\$15,00	9	\$135,00
6	Buzzer	\$1,00	1	\$1,00
7	Sirena de alerta	\$7,00	1	\$7,00
8	Led visual	\$2,50	1	\$2,50
9	Indicador de velocidad	\$15,00	1	\$15,00
10	Chasis	\$100	1	\$100,00
			<b>TOTAL (USD)</b>	<b>\$782,50</b>

## IX. CONCLUSIONES

La arquitectura del vehículo recreativo tomando en cuenta sus dos modos de manejo y los sistemas de detección de objetos inmóviles ofrece una solución mucho más segura para que el usuario se divierta. Sobre todo en su modo de manejo seguro que demuestra nuestro incesante compromiso con la seguridad y el entretenimiento infantil.

El éxito obtenido en la implementación del modo de manejo seguro demuestran un avance significativo en la búsqueda de nuevas formas de seguridad para este tipo de vehículos recreativos ya que mediante la combinación de sensores ultrasónicos, el sistema de limitación de velocidad y los sistemas de alarma tanto lumínico como sonoro nos ofrecen un entorno más seguro especialmente para niños.

Durante la validación de nuestro vehículo se pudieron identificar los puntos fuertes del prototipo pero así también mediante un exhaustivo análisis se pudieron encontrar áreas a tomar en cuenta para poderlas mejorar.

## X. RECOMENDACIONES

Es prioridad analizar exhaustivamente los requisitos del kart antes de realizar el diseño, tomando en cuenta la integración de los espacios para poder implementar todos los sistemas que este llevará, por otro lado, es importante realizar el análisis estático para poder tener en cuenta la carga máxima que el chasis puede soportar, esto se ha tenido muy en cuenta y se ha realizado dicho análisis en la parte de resultados, el diseño enjaulado fue pensado para evitar que el conductor en caso de algún choque salga disparado hacia cualquier dirección.

Antes de la implementación de todos los sistemas fue recomendable probar el funcionamiento de los mismos fuera del chasis para poder verificar el óptimo funcionamiento de ambos modos de manejo, luego de implementarlos se sugirió realizar las pruebas frente a un barril de basura para corroborar que no existían fallos y luego de aquello se procedió a comprobarlo contra una pared.

En torno al análisis de conformidad con el usuario se recomienda tener en cuenta la elección de elementos como el asiento y el volante que sean cómodos y fáciles de maniobrar para evitar el disgusto del usuario.

## REFERENCIAS

- [1] E. Grunditz y E. Jansson, «Modelling and Simulation of a Hybrid Electric Vehicle for Shell Eco-marathon and an Electric Go-kart,» 2009.
- [2] P. Godino, «Lesiones más frecuentes en Karting,» 2015.
- [3] S. Delmuns Carvajal, I. Fernández-Prieto, E. Vidal García et al., «ESTUDIO ELECTROMIOGRÁFICO DE LOS BRAZOS EN PILOTOS SENIOR DE KARTING DE COMPETICIÓN ELECTROMYOGRAPHIC STUDY OF THE ARMS IN COMPETITIVE KARTING SENIOR CATEGORY DRIVERS,»
- [4] G. J. Pariona Pino, «Diseño de un kart eléctrico profesional,»
- [5] A. Ferrer Burgos, «Plan de negocio para un circuito de karts,» Tesis doct., Universitat Politècnica de València, 2016.
- [6] J. G. Jacome, T. Saltos, D. Jaramillo, M. García y E. Guaichico, «Técnicas de control para el motor de corriente continua: Una revisión sistemática de literatura,» *INNOVATION & DEVELOPMENT IN ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES*, vol. 2, n.º 2, págs. 35-35, 2020.
- [7] C. Lancharro Volart, «Diseño mecánico de un kart eléctrico,» B.S. thesis, Universitat Politècnica de Catalunya, 2015.
- [8] R. Salse Sumalla, «Estudio para el diseño de un vehículo del tipo KART CROSS.,» B.S. thesis, Universitat Politècnica de Catalunya, 2021.
- [9] F. Rivera Osorio et al., «Diseño, construcción y caracterización de un kart eléctrico,» 2016.
- [10] J. D. Rairán-Antolines, C. E. Guerrero-Cifuentes y J. A. Mateus-Pineda, «Diseño de controladores de tipo proporcional integral derivativo (PID) y difuso para la posición de un motor de corriente continua (DC),» *Ingeniería y universidad*, vol. 14, n.º 1, págs. 137-160, 2010.
- [11] J. Vila Romero, «Proyecto de un kart eléctrico,» B.S. thesis, Universitat Politècnica de Catalunya, 2016.
- [12] F. Jimenez Ruiz, O. Gómez Casado, J. E. Naranjo Hernández, F. Serradilla García, J. M. López y Á. Martín, «Sistemas Avanzados de Asistencia al Conductor,» *Revista Informativa del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid*, n.º 53, págs. 22-27, 2011.
- [13] A. C. Solé, *Instrumentación industrial*. Marcombo, 2005.
- [14] L. Á. Montenegro Lowy y D. Cuero Montaña, «Prototipo de alarma para automóviles utilizando el concepto de internet de las cosas (IoT),» Tesis doct., Uniautónoma del Cauca. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería . . ., 2021.
- [15] R. Sampier, C. Collado y P. Baptista, «Marco metodológico,» *Metodología de la Investigación. McGraw-Hill/Interamericana (Ed), Mexico, DF*, págs. 5-12, 1998.
- [16] N. D. Suárez-Montes, J. V. Sáenz-Gavilanes y J. M. Mero-Vélez, «Elementos esenciales del diseño de la investigación. Sus características,» *Domino de las Ciencias*, vol. 2, n.º 3 Especial, págs. 72-85, 2016.
- [17] P. L. López, «Población muestra y muestreo,» *Punto cero*, vol. 9, n.º 08, págs. 69-74, 2004.
- [18] J. Scharager y P. Reyes, «Muestreo no probabilístico,» *Pontificia Universidad Católica de Chile, Escuela de Psicología*, vol. 1, págs. 1-3, 2001.
- [19] S. H. Mendoza, D. D. Avila et al., «Técnicas e instrumentos de recolección de datos,» *Boletín científico de las ciencias económico administrativas del ICEA*, vol. 9, n.º 17, págs. 51-53, 2020.
- [20] D. M. O. López y M. C. S. Gómez, «Técnicas de recolección de datos en entornos virtuales más usadas en la investigación cualitativa,» *Revista de investigación educativa*, vol. 24, n.º 1, págs. 205-222, 2006.
- [21] A. Nilawar, H. Singh Nannade, A. Pohankar y N. Selokar, «Design of Go-Kart,» *Maharashtra, India, IJFEAT, ISSN*, págs. 2321-8134, 2016.